

MÉMORIAL

TOPOGRAPHIQUE ET MILITAIRE,

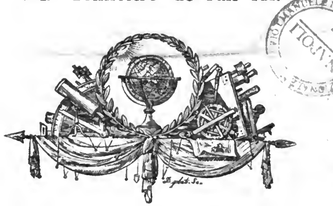
RÉDIGÉ

AU DÉPÔT GÉNÉRAL DE LA GUERRE,

PAR ORDRE DU MINISTRE.

N.° 5. TOPOGRAPHIE.

III.ᵉ Trimestre de l'an XI.



A PARIS,
DE L'IMPRIMERIE DE LA RÉPUBLIQUE.
Fructidor an XI.

AVANT-PROPOS.

Que la terre soit, d'après Descartes et Leibnitz, un petit soleil encroûté, ou, selon Buffon, une éclaboussure de notre soleil (1), peu importe aux militaires.

Lorsque, défenseurs ou conquérans, bravant les fatigues et les dangers, ils s'élèvent sur ces plateaux, ces cols, ces nœuds de monts agglomérés, qui saisissent les têtes des vallées, commandent les versans opposés, et d'où surgissent et descendent les eaux et les sentiers qui tracent la route des empires dont la barrière est alors franchie, peu leur importe de connaître les brillantes théories par lesquelles le génie borné de l'homme a voulu expliquer la formation de ces grandes masses qui participent à l'immensité.

Sans doute que dans ces hautes régions, où toutes les forces morales s'exaltent, où les sensations sont neuves autant que vives,

(1) Saussure, *tome V, page 355.*

où l'imagination ravie s'étonne devant un spectacle qui surpasse ses plus brillantes créations, un guerrier, jeune et français, ne peut rester froid à l'aspect de ce magnifique tableau qui se déroule à ses yeux jusqu'aux limites de l'horizon agrandi (1).

Le soldat, dont la sensation est subite et fugitive, appelle bientôt la gaieté dans cette solitude étonnée; mais tandis qu'il chante, rit ou fume, arrange son bivouac, prépare ses vivres ou dispose ses armes, l'officier instruit, qui a reconnu et assuré sa position, peut se livrer encore à la contemplation de la scène ravissante où la gloire l'a placé.

Soit que les derniers rayons du soleil brillantent encore la cime des monts dont les vastes ombres ont déjà porté la nuit dans le fond des vallées, soit que les premiers feux du jour aient revêtu leurs larges flancs des plus riches couleurs, il peut se demander

(1) N'est-il pas de cette armée dont les soldats battirent à la fois des mains à l'aspect des majestueuses ruines de Thèbes!

quelle main puissante souleva ces ossemens du globe, creusa si profondément ces sillons tortueux qui vont s'épanouissant vers l'abîme; à quelle cause secondaire, mais terrible, il faut attribuer cet admirable chaos de formes et de matière : il évoque le génie des temps anciens, il appelle les savans de notre âge, et s'étonne de ne recevoir que des lumières vagues et récentes sur des phénomènes dont l'antiquité est aussi incommensurable que les effets en sont immenses.

Presque tous, reconnaissant le séjour et les traces des eaux sur la terre, s'accordent à lui montrer originairement le globe submergé par une quantité d'eau vingt-huit à trente fois plus considérable que celle qui existe ; presque tous, embarrassés de cet énorme excédant, produit par le refroidissement des vapeurs atmosphériques, ou donné par celles d'une comète voisine, ou enfin attiré par cette dernière du sein de l'abîme, le font passer par l'évaporation dans une autre atmosphère, ou le précipitent dans les

gouffres qu'ils ont ouverts en fracassant la croûte du globe.

C'est à cette époque d'immersion totale progressivement ou subitement diminuée, époque à laquelle l'imagination a peine à atteindre dans la profondeur des siècles, et que Buffon a osé fixer à 60,000 ans, que les géologues de tous les âges placent la formation des montagnes et de la plupart des vallées.

Woodward et Bourguet, renouvelant les idées de Pythagore, lui disent qu'après la formation des couches par précipitation, les courans sous-marins sillonnèrent le globe.

Lamanon, lui montrant ces nombreux lacs du nord penchant vers la Baltique qui s'abaisse, rappelant à sa pensée ceux des autres contrées qui, supérieurs au niveau de la mer, ont brisé leurs digues pour se précipiter vers l'Océan, veut que les vallées doivent leur naissance à ces violentes irruptions qu'amène le desséchement successif du globe.

Boulanger fait surgir les sources pour leur donner ce gigantesque résultat.

Les partisans d'un autre système, que l'on retrouve dans la plus haute antiquité chez les Indiens et les sages d'Égypte, système que Moïse a embrassé, qu'Épicure a soutenu, et que Descartes, Beccher, Leibnitz, Burnet et Fontenelle ont renouvelé, présentent l'inégale gravitation de la matière pour cause des élévations extérieures et des cavernes intérieures du globe d'où sont provenus les affaissemens généraux ou partiels qui ont fait disparaître l'Atlantide, et précipité l'Océan dans des gouffres nouveaux.

Whiston fait approcher de nous, le 18 novembre 2349 ans avant Jésus-Christ, une comète qui change la figure de la terre, en brise et soulève la surface, attire les eaux de l'abîme, produit le déluge; et tout rentre dans l'ordre actuel après le passage du corps perturbateur.

Selon Deluc, la terre était gelée; ramollie par le soleil qui devient lumineux, la matière se précipite, la croûte superficielle se forme; la chaleur continuant, produit

des vides qui amènent, avec d'effroyables éboulemens, la diminution subite du niveau et des eaux de l'Océan, ainsi qu'un mouvement de bascule qui exhausse les monts et creuse les abîmes.

D'autres ont cru saisir, dans quelques phénomènes volcaniques, le trait de lumière dont ils ont prétendu éclairer cette grande scène des révolutions du globe. C'est en vain que l'Altaï, le Taurus, les Crapack et les Alpes n'offrent aucune trace de volcanisation : Lazaro Moro n'en a pas moins attribué à cette cause leurs énormes soulèvemens.

Stenon fait trembler la terre, la secoue et l'inonde, pour rendre raison de ses aspérités.

Pallas, qui, comme un génie lumineux, a parcouru les contrées boréales, frappé des traces qu'on y rencontre des productions de l'autre hémisphère, imagine que les collines calcaires étaient seules couvertes par la mer, dont les convulsions volca-

niques rétrécissaient successivement le lit; et qu'une convulsion plus forte, plus générale, soulevant l'Océan austral, le chassa violemment vers le nord, d'où elle le ramena dans les gouffres qu'elle avait entr'ouverts. C'est par cette effroyable catastrophe que s'expliquent les pentes de l'ancien monde, alongées vers le nord et abruptes vers le midi.

L'infatigable et judicieux Saussure, enrichissant du fruit de ses immenses recherches, quelques idées de Pythagore, fait cristalliser le globe au sein des eaux; et pour expliquer l'anomalie des couches, seul phénomène qu'il ait trouvé constant, il a recours au feu intérieur, à l'efflorescence des pyrites, ou à toute autre action des fluides élastiques, pour boursoufler les premières couches régulières, former des gouffres et produire des absorptions partielles, d'où émanent les courans, les vallées, les galets, &c.

Il en est qui, sans cause apparente,

déplacent la masse liquide, la soulèvent jusqu'au sommet du Chimboraço, et attribuent à sa retraite aussi peu motivée la profondeur des vallées. Iberti part de la convexité d'une goutte d'eau, pour avancer que, malgré toutes les lois de l'équilibre, l'Océan peut, au centre de sa vaste circonférence, être, par l'effet de l'attraction, aussi élevé que la plus haute montagne.

Le temps, si véloce pour nous, paraît se mouvoir à peine pour amener le retour des grandes époques de la nature; aussi des millions de siècles n'ont pas effrayé ceux qui ont cherché la cause des *cataclysmes* du globe dans le changement de son axe: mais ils ont beau entasser des siècles; comment ces catastrophes, que tout annonce avoir été subites, deviendront-elles l'effet d'un changement que le profond Laplace (1) nous démontre insensible?

(1) Exposition du système du monde, *tome II, page 180.*

L'ingénieux auteur du Telliamed (1), après avoir fait de la mer la matrice de notre planète, et en avoir fait évaporer vers les comètes l'énorme superflu, nous présente le globe sans inclinaison sur son axe, jouissant d'un printemps continuel : mais l'évaporation, plus forte sur l'Océan austral, rompt enfin l'équilibre; la terre s'incline, elle cède à l'attraction du soleil; son orbite perd de son amplitude; elle-même perd de son humidité; l'incendie s'allume dans ses entrailles, et la menace de cette déflagration générale où l'on croit que se trouve la lune.

Linné, le savant et spirituel auteur du système sexuel des plantes, voulant sans doute échapper aux difficultés que présente leur primitive génération, excepte de l'inondation générale, une montagne qu'il suppose sous l'équateur, et qui, depuis sa cime couverte de neige jusqu'à la zone qui plongeait dans l'Océan, offrait tous les climats aux

(1) Maillet.

plantes et aux animaux ; il admet ensuite un abaissement successif du niveau des eaux, et les continens paraissent.

Mais celui de ces génies dont les erreurs même sont respectables et instructives, qui a revêtu de plus de pompe et de charmes le système créé par sa féconde imagination, qui a ramené, avec une rare force d'esprit, les faits et les probabilités à l'appui de sa brillante hypothèse, c'est le Pline français, c'est l'immortel auteur des Époques de la nature. Buffon était digne que la terre, dont il a peint les habitans, lui dévoilât son origine, s'il l'eût visitée au lieu de la juger sur moins qu'un grain de sable (1). Peut-être eût-il alors annoncé moins affirmativement, qu'il y a quatre-vingt-seize mille ans qu'une

(1) Quand on voit l'heureux et paisible propriétaire des forges de Montbard observer un boulet rougi pour en déduire les destinées du globe, cette erreur du génie rappelle celle de l'orgueil : n'y a-t-il pas eu un temps où les empereurs, portant le globe dans leur main, s'imaginaient régner sur lui!

comète tomba obliquement sur le soleil et en détacha la six-cent-cinquantième partie, dont les éclats suffirent pour former notre système solaire; que notre globe se refroidit en quarante-trois mille ans; que les animaux vécurent, et les montagnes secondaires se formèrent; celles primitives existant déjà depuis l'absorption des eaux dans les cavernes produites par le refroidissement et les boursouflures.

Dolomieu, qui n'a point assez vécu pour les sciences, et qui, après avoir payé sa dette au malheur, est mort honoré des regrets de ses contemporains et des pleurs de l'amitié, s'était aussi hâté de trouver une cause à des faits nombreux qu'il avait judicieusement observés. Selon lui, la matière, d'abord en dissolution, se précipite, se coagule; une *cause extérieure* (qui peut être le choc latéral d'une comète) brise ces couches régulières, les soulève en montagnes ou les creuse en vallées primitives: il appelle ensuite, à l'exemple de Sénèque, de grandes,

d'immenses marées pour la formation des couches coquillières et des vallées secondaires. Ainsi il allait avec Pallas au-devant de l'explication de ce grand fait, découvert par Ramond (1), de cette immense chaîne calcaire qui, dans les Pyrénées, domine au sud la chaîne granitique.

Delamétherie, qui n'avait point à utiliser des voyages et des dangers lointains, mais qui était armé d'une raison nourrie par l'étude et forte de l'appui de nos connaissances perfectionnées, s'est présenté devant tous ces systèmes; il a porté le doute dans leurs bases, et presque tous ont croulé. Entouré de débris, il a cédé à la tentation de reconstruire; moins sage en cela que Saussure, qui, après avoir imaginé plusieurs systèmes pour

(1) Le savant et hardi explorateur des Pyrénées, le premier qui aît donné de ces monts une connaissance intéressante pour les voyageurs, et instructive pour les géologues; celui qui a mis dans ses descriptions le plus d'harmonie entre les richesses de son imagination et de son style et celles de la nature. *Voyez* son Voyage au Mont-Perdu.

expliquer l'état actuel du globe, disait, sur la fin de sa vie, que son dernier et son meilleur était de n'en avoir aucun. Quoique avec défiance, on voit qu'il adopte la dissolution de la matière dans l'eau, sa cristallisation à la fois régulière et confuse, l'absorption des eaux dissolvantes par l'évaporation et surtout par les cavernes et les fentes produites par le refroidissement.

Mais après avoir médité ces idées, plus ou moins heureuses, semées sur la route des siècles par le génie de quelques hommes trop impatiens sans doute de trouver les causes avant de bien constater les faits, le militaire, fatigué du doute, n'en est que plus tenté de dire : Que m'importe ? laissons les Pallas, les Humbold, les Ramond et leurs successeurs, multiplier les observations comparées d'où doit jaillir, s'il est possible, la lumière faite pour éclairer l'esprit humain sur ces grands phénomènes, et attachons notre attention à ce qui peut être pour nous d'une utilité présente et applicable à la guerre.

Or, ce qu'il importe au militaire de connaître, c'est la configuration extérieure du globe; c'est de voir si, comme le crut un peu légèrement Philippe Buache, cette configuration est soumise à une sorte de régularité, à des lois que ne détruisent point des anomalies trop nombreuses.

Le système de Buache (1) est basé sur la *continuité des chaînes* de montagnes courant dans le sens des méridiens ou des parallèles, n'offrant par conséquent que quatre grandes pentes générales, et divisant la surface du globe, par leurs prolongemens sous-marins, en grands bassins ou réservoirs dont les fleuves sont les affluens.

Les montagnes du premier ordre forment ces grandes chaînes; celles du second ordre sont les montagnes *de revers*, qui, s'avançant vers le réservoir, séparent les fleuves originaires de la grande chaîne, et vont se ramifiant en montagnes *côtières*.

(1) Publié dans ses écrits de 1741 à 1761.

Plusieurs cartes et tableaux accompagnent et expliquent ce système, soit relativement au globe, soit en considérant séparément l'Europe, la France, et enfin le bassin de la Seine.

Où la chaîne lui manque, il la suppose à la source des grands cours d'eau.

Malheureusement cette continuité n'est point assez démontrée par l'observation : cette *ossature* de la terre, outre des lacunes de relief, en a aussi d'homogénéité; et c'est là le faible du système de Buache, d'ailleurs ingénieux et méthodique pour les bassins.

S'il n'y a point de loi générale évidemment manifestée dans les formes extérieures du globe, on ne peut néanmoins y méconnaître de grandes dispositions qui paraissent émaner d'un principe d'ordre conforme à nos idées d'équilibre et de conservation. Si ce principe nous échappe dans de nombreuses anomalies, dans une foule de phénomènes partiels, il ne faut sans doute l'attribuer qu'à la faiblesse de nos moyens, à la brièveté

de notre existence, et sur-tout au peu d'intérêt qu'ont, pour la plupart des hommes, des observations dont ils ne sentent que vaguement les rapports et dont le fruit veut être mûri par les siècles. C'est à ceux qui, comme les militaires, doivent par état étudier les détails topographiques, à s'élever à des considérations générales, qui, dans le champ agrandi de la guerre, ont aussi pour eux leur utilité; à les lier à des idées d'ensemble; et à remplir ou détruire, par les résultats d'observations comparées, le cadre d'un système plus ou moins bien ordonné.

Celui de Philippe Buache, sur-tout en ce qui a rapport aux grands bassins, leur présente une distribution générale propre à faciliter leurs recherches, à rattacher et à éclairer mutuellement leurs résultats. Les cours d'eau, obéissant aux lois constantes de la gravitation sur les plans inclinés, paraissent être jusqu'ici la route la plus sûre pour arriver à la connaissance des autres parties du terrain : c'est par eux que se manifestent

les directions des pentes générales et leur plus ou moins de déclivité ; c'est par eux que se décèlent les obstacles abruptes ou insensibles apportés par les contre-pentes ; c'est par eux enfin que l'on peut conjecturer la nature du sol qu'ils parcourent, et les modifications qu'ils apportent à leur récipient.

C'est en les remontant que l'on traverse, à leur débouché, ces vallons latéraux qui sillonnent, sur des plans progressivement élevés, celui de la pente générale, et qu'on arrive à ces immenses plateaux qui, dans l'organisation superficielle des continens, peuvent être regardés comme un repère gigantesque et assez constant.

C'est à cette hauteur que le chaos des monts se débrouille, non à l'œil inattentif du simple voyageur, mais à l'œil scrutateur et patient du géologue et du militaire instruit, devant qui l'horizon s'agrandit par les lumières de la théorie, et les illusions d'optique cessent par la pratique de l'observation.

Plaçons-les, par la pensée, dans ces régions centrales et trop peu connues de l'Asie, sur ces plateaux immenses et déserts d'où sortirent ces peuples qui inondèrent l'Asie et pesèrent sur l'Europe, qui subjuguèrent la Chine et fondèrent l'empire du Croissant : en voyant se détacher au nord les énormes gradins de l'Altaï, qui soutiennent les hautes plaines de la Sibérie; au nord-ouest, la chaîne des Ourals, qui sépare ces deux parties du monde; à l'ouest, le Caucase, qui, sous les noms d'Imaüs et de Taurus, achève la séparation du midi d'avec le nord de l'Asie, commencée à l'orient par les palissades de Corée, la grande muraille de la Chine et le rempart du Gog(1); au midi, les montagnes du Thibet, qui projettent les Gates entre l'Indus et le Gange, pour soutenir cette large Chersonèse; enfin à l'est, l'immense chaîne de Kanghaï, qui se ramifie dans la Chine et

(1) *Voyez* les Lettres ingénieuses sur l'Atlantide, par l'estimable et malheureux Bailly.

va garantir les régions hyperboréennes de l'invasion de l'Océan oriental : en voyant s'échapper de ces monts agglomérés, au nord, les grands fleuves tributaires de la mer Glaciale, comme la Léna, le Jenisei, l'Obi; à l'ouest, le Sürr et l'Amu; au sud, l'Indus et le Gange; à l'est enfin, le fleuve Jaune et celui de l'Amur; tout leur dirait qu'ils se trouvent au nœud le plus élevé du plus vaste des continens (1).

---

(1) Cette haute région, connue sous le nom de *Désert de la grande Tartarie*, et qui a près de six cents lieues de long sur quatre cents lieues de large, n'offre, disent les voyageurs, qu'un sol nu, alcalin et aride : quelques peuplades de Tartares errent sur les bords des rares cours d'eau que l'épuisement du sol n'a pas encore taris. Quand on pense aux productions abondantes et vigoureuses dont cette terre féconde nourrissait ces peuples nombreux, qui disaient que l'herbe était pour les animaux et la chair pour l'homme, on est tenté de la comparer, dans son état de stérilité actuelle, aux siècles de l'esprit qui suivent les siècles du génie; et comme les révolutions retrempent les ames, il faudra peut-être que des volcans bouleversent le sol de la Tartarie pour lui rendre sa fécondité.

Si, voyageant ensuite vers l'ouest, ils arrivent vers les hautes plaines de Russie, soutenues par les flancs prolongés des Ourals, vers l'ancienne ville centrale de ce vaste empire, ils verront surgir, sur les revers de ces larges et tristes plateaux, les eaux tributaires des bassins du nord, de l'est et du midi. De là partent les affluens du lac Ladoga; la Duna, qui porte ses flots à la Baltique; le Dnieper, qui verse dans la mer Noire; le Don, qui alimente la mer d'Asoph; et le Volga, qui, après un cours de six cent cinquante lieues, se perd obscurément dans la mer Caspienne. Plus avant, les sources groupées de la Vistule, de l'Oder, et des grands affluens de la rive gauche du Danube, leur signaleraient encore un des points culminans du revers septentrional de la grande vallée de ce fleuve. Se relevant enfin par les âpres gradins qui portent au sommet du Gothard, ils se trouveraient dans la riante vallée d'Urseren, sur le réservoir commun qui envoie, par l'Inn, le Rhin, le Rhône et

le Tésin, d'immenses tributs à la mer Noire, à l'Océan et à la Méditerranée.

On pourrait encore, en franchissant les Pyrénées, trouver le nœud de la presqu'île Ibérienne dans les monts de l'Aragon et de la vieille Castille, d'où s'épandent, en divergeant, l'Èbre, le Douro et le Tage. On pourrait, passant en Afrique et traversant la chaîne côtière de l'Atlas, s'élever dans les monts de la Lune, au centre pyramidal de ce grand continent aussi peu connu qu'il est difficile à l'être. On pourrait enfin, en parcourant ces longs enchaînemens des monts américains qui, les seuls descendans des hautes régions du nord, s'avancent vers le sud, dominent au Chimboraço sur le reste du globe, et, sans presque s'abaisser, lancent le cap Horn contre les tempêtes de l'immense Océan austral; on pourrait, dis-je, depuis la région des lacs qui alimentent le fleuve Saint-Laurent et l'Ohio jusqu'aux sources peu connues de la Plata, reconnaître ces hautes contrées voisines du pôle, ces nœuds

des Cordillières et des Andes, d'où descendent, comme une mer qui s'épanche, le Missouri, l'Orénoque et l'Amazone. Mais nous n'avons erré que trop long-temps sur ces grands repères du globe : nous finirons par une observation plus particulièrement faite par le général Andréossi, qui se rapproche du système de Lamanon ; c'est que la plupart de ces grands plateaux, nourriciers des fleuves, ont, à leur zone moyenne, une ceinture de lacs posés sur le sol primitif et retenus sur les degrés de la pente générale par des digues calcaires, dont la base touche au terrain d'alluvion qui glisse en pente douce sur les plaines riveraines : qu'une de ces digues affaiblie cède au poids pénétrant du liquide, et une effroyable masse d'eau se précipite avec fracas, déchire profondément ce sol de rapport, et met souvent à nu et le sol et le plan de pente primitifs.

La plupart des géologues ont cherché des rapports, des liaisons entre ces plateaux ou relèvemens de la surface de la terre. Que

nous importe ? pourquoi s'exposer à se perdre dans un enchaînement hypothétique si difficile à vérifier ? il nous suffit de les reconnaître pour donner à nos recherches un point de départ et de concentration : si, chemin faisant, nous sommes amenés à soupçonner ces liaisons, qu'on les constate; mais c'est exposer sur-tout le militaire à divaguer, que d'agrandir à ce point la sphère de ses reconnaissances. L'avantage que donne à la guerre l'occupation des points culminans, des nœuds des vallées, lui impose l'obligation, lorsqu'il reconnaît un cours d'eau, une communication quelconque, de voir quelles sont les sommités qui prennent du commandement sur un passage, sur les flancs d'une marche, sur un débouché, sur une position quelconque que l'armée peut prendre : mais souvent ces sommités ne sont que des appendices de quelque plateau voisin ; souvent ce plateau n'est lui-même qu'un gradin d'un plateau supérieur et culminant; il faut donc qu'il lie aux détails qu'il recueille,

ces considérations générales qui les éclairent et en étendent l'utilité. C'est ainsi que, de proche en proche, il apprend à conjecturer avec une certitude suffisante les masses de ce qu'il n'a pu voir, par les détails qu'il a habilement observés; qu'il se forme cette vue intellectuelle qui distingue si éminemment Bourcet; et qu'à l'aide de cet organe perfectionné, il pourra, comme cet excellent officier d'état-major, rendre à son pays les services les plus importans.

Les articles X et XI de l'Essai sur les reconnaissances, que l'on trouve dans le quatrième numéro du Mémorial, et qu'on ne saurait trop recommander à l'attention des militaires, leur donnent déjà, par une description méthodique des formes et des propriétés du terrain, un moyen d'en étudier avec intelligence les détails, de s'élever par eux à des considérations plus générales, et de conjecturer avec assez de probabilité ce qui doit être par ce qui est. Mais quoique ce soit beaucoup pour le militaire, ce n'est

pas assez pour la guerre en général et pour la topographie, qu'un œil exercé à bien voir, à saisir, pour ainsi dire, les objets dans tous les sens et dans tous leurs rapports; il faut de plus une main habile à les représenter, un esprit fait pour les décrire.

Cette représentation, c'est-à-dire, la manière de dessiner la topographie ou d'y suppléer par des notations ou signes de convention, quand la petitesse de l'échelle ne permet point de figurer les objets ou leur projection, était jusqu'ici livrée à l'arbitraire; chaque école, ou plutôt chaque topographe, avait sa manière; nulle loi reconnue n'établissait de rapports communs entre les œuvres; l'auteur était obligé d'expliquer dans une légende les signes qu'il adoptait, et le public n'avait aucune règle pour juger ces diverses pratiques, aucun type pour apprécier leur mérite comparé : rien ne constatait l'état de nos connaissances à cet égard; et, lorsque la tradition s'en altérait, il fallait de nouveaux efforts pour atteindre au degré

d'où l'on aurait pu partir ; ainsi l'art restait stationnaire, ou souvent rétrogradait. Depuis un demi-siècle les plans-minutes de la carte des chasses, de la belle topographie des côtes, les cartes sorties de l'École des ponts et chaussées, du Dépôt de la marine, celles de Lespinasse et de Chrétien, soutenaient notre réputation en ce genre : mais il n'existait que des modèles, et non des principes ; encore ces modèles différaient-ils entre eux et manquaient-ils de beaucoup de notations dont on peut enrichir les cartes pour étendre leur utilité.

C'est pour s'occuper de ce travail intéressant, que nous venons d'indiquer comme à faire, que le Dépôt général de la guerre, qui dirige en ce moment les plus importantes opérations géodésiques et topographiques, a provoqué, selon les intentions et sous les auspices du Ministre, une réunion de tout ce que les divers services avaient d'officiers ou d'employés les plus instruits en cette partie. Ce numéro 5 contient le résultat du travail de

cette commission, qui, par l'approbation qu'il a reçue des Ministres respectifs, va devenir le régulateur de l'art dans cette partie, et le guide assuré de ceux qui le cultivent.

Le numéro 7 contiendra la suite des modèles de minutes et de mis-au-net de cartes, ainsi que les mémoires ou notices particulières, annoncées à ce sujet par le procès-verbal.

Le Dépôt de la guerre, après avoir, dans les numéros précédens du Mémorial, donné les principes de théorie et de pratique relatifs au levé et à la construction des cartes et plans, après avoir cherché à fixer et à uniformer tout ce qui tient à la partie graphique, après avoir, dans une instruction détaillée, prescrit à ses nombreux collaborateurs un mode de travail constant et régulier, après leur avoir ouvert des cadres pour tous les renseignemens historiques, militaires et statistiques, s'est encore occupé du moyen de multiplier les résultats de ces utiles travaux avec la promptitude qu'exige

souvent le service militaire. Il a fait rédiger une notice sur l'historique et les procédés trop peu connus de la gravure des cartes : son motif a été d'éclairer son administration sur cette partie importante de l'art, dans laquelle nous aurions et conserverions une supériorité décidée, si nous pouvions rivaliser avec le papier de l'étranger ; succès possible et même facile, si nos papeteries recevaient à cet égard quelques encouragemens des administrations publiques, et sur-tout des amateurs, qui devraient se montrer jaloux de ne pas voir le burin de nos meilleurs graveurs perdre, sur du mauvais papier, cette pureté de trait, ce fini précieux qui les distinguent. Son but a été de préparer l'instruction que, suivant le projet de son organisation, il se propose de donner à ses ingénieurs-géographes, afin qu'il s'en trouve dans chaque section qui puissent graver rapidement une *eau-forte*, la retoucher au burin, et multiplier ainsi, presque dans les vingt-quatre heures, les exemplaires d'un plan de site,

de campement, des dispositifs ou des suites d'une bataille, faire circuler les esquisses d'une reconnaissance, répandre, par ce rapide et économique moyen, des lumières utiles à toute l'armée, et produire ou développer des talens pour cet art devenu si nécessaire : il a cru que cette notice, faite principalement pour ses ingénieurs, ne serait point sans intérêt pour ceux des autres services, et même pour les officiers qui font usage des cartes; elle se trouve insérée dans ce numéro.

Mais la fixation du tracé et des signes conventionnels relatifs à la topographie, n'est que la moitié de la tâche qu'il aurait voulu s'imposer : de quelques notations qu'on enrichisse une carte, elle ne saurait offrir tous les renseignemens que la géographie physique, la guerre et l'administration peuvent exiger; aussi le Dépôt fait-il accompagner chaque feuille de celles dont il dirige la construction, d'un mémoire détaillé qui contient tous ces renseignemens, et qui

sert ensuite d'élément à un dictionnaire historique, militaire et statistique, qui se rattache à l'ensemble de la carte.

C'est dans ces rédactions qu'il a été à portée de remarquer combien le langage que nous appellerons *topographique*, était vague; combien les termes qu'il emploie ont des acceptions indéterminées, équivoques, contraires; et combien il importait à l'utilité et à la clarté des *mémoires descriptifs*, que leur langue fût fixée et soustraite à l'arbitraire qui l'affecte et la trouble.

Bourcet, et quelques autres écrivains militaires, avaient déjà senti cet inconvénient; ils ont cherché à y remédier en partie, en donnant à la tête de leurs mémoires quelques définitions des mots généralement adoptés ou consacrés partiellement par l'usage, pour la description des formes et des accidens du terrain : mais cette utile nomenclature n'en est pas moins restée incomplète; et, en parlant des montagnes, on a peine encore à s'entendre sur la véritable acception des mots,

, *chaîne*,

chaîne, contre-fort, vallon, val, gorge, col, berge, plateau, combe, &c. Il reste à faire, à cet égard, un travail qui comprenne tout ce qui a rapport aux montagnes, aux cours d'eau et aux rivages de la mer : en attendant qu'il se trouve quelqu'un qui, avec plus de loisir et de connaissances, veuille bien s'en charger, nous croyons utile d'en donner une idée, en esquissant ici ce que nous entendons par plusieurs des mots trop vaguement employés dans beaucoup de mémoires et de reconnaissances.

Mont, montagne.

On confond assez souvent les mots de *mont* et de *montagne*, pour désigner une élévation considérable de la surface du globe, faisant ou non système avec d'autres élévations; mais outre la différence que met entre ces mots celle du style où on les emploie, pris au singulier, celui de *montagne* a quelque chose de plus abstrait, celui de *mont* est plus relatif: ainsi l'on dit qu'on a reconnu la montagne, et qu'on a traversé le mont Bernard, le mont Cenis. Le nom

de la localité doit toujours accompagner le mot relatif de *mont*, au lieu que le mot générique de *montagne* peut s'en passer. De ces deux mots au pluriel, le premier s'applique généralement aux élévations dont le nom propre est masculin : on dit les monts Ourals, les monts Crapacks, les monts Apennins; souvent même, en ce cas, on sous-entend le mot de *mont*, et l'on n'énonce que le nom propre, comme quand on parle des Apennins, de l'Atlas, du Caucase, des Apalaches, &c. Le nom commun de *montagne* s'applique plus ordinairement aux élévations, ou à un enchaînement de sommités dont la dénomination est du genre féminin ; on dit les montagnes des Cordillières ou des Andes, de la Lune, des Pyrénées, des Alpes, &c. Le mot *montagne* prend toujours à sa suite l'article *du* ou *de*, et diffère en cela de celui de *mont*, qui ne le prend presque jamais. En général, ce dernier désigne le point culminant d'une chaîne, le noyau pyramidal d'un système de montagnes ;

ou un relèvement considérable et isolé de la chaîne : tels sont le mont Blanc, le mont Iseran, le Bernard, le Gothard, le Brenner, dans les chaînes principales; le mont d'Or, le Vésuve, le Feld-Berg, dans les chaînes secondaires; l'Etna, le mont Ida, dans les îles.

On appelle *pic* une montagne de forme conique très-élevée, et qui domine, d'une manière très-saillante, soit la plaine qui lui sert de base, soit un système d'autres montagnes qui lui servent de gradins. **Pic.**

Quelquefois, quand le pic est très-alongé et qu'il prend la forme prismatique légèrement conoïde, on lui donne le nom d'*aiguille*, et dans quelques localités celui de *dent ;* telles sont, dans les Pyrénées, les aiguilles de Troumouse (1), et dans les Alpes la dent de Jamant : mais plus ordinairement on désigne par le nom d'*aiguille*, et même d'*aiguillon*, ces découpures aiguës de rochers qui terminent une sommité, ou qui **Aiguille.**

(1) Voyage au Mont-Perdu, *page 252.*

couronnent l'arête d'une chaîne âpre et ravinée.

Plateau.

Ce que nous avons déjà dit des grands plateaux du globe, indique assez ce que nous entendons par cette dénomination ; c'est, en petit, un mont ou un pic tronqué; c'est, en grand, une plaine élevée au centre des monts qui lui servent de base, et du périmètre de laquelle s'échappent, dans tous les sens, des cours d'eau et des chaînes de montagnes.

Chaîne principale.

Nous regardons comme *chaîne principale* d'un système de montagnes, celle des revers ou des points culminans de laquelle dérivent les grands cours d'eau, considérés relativement à un grand réservoir, tel que l'Océan et les méditerranées : les géologues la reconnaissent à sa nature granitique, et l'appellent assez communément *primaire*. Nous ne rejetons pas cet indice, que nous recommandons d'observer autant qu'il sera possible : mais comme il n'est pas toujours noté sur les cartes, que nous nous en tenons

à la surface du terrain, et que des yeux militaires n'ont pas souvent le moyen ou le besoin d'aller au-delà, nous prenons des caractères plus évidens et plus faciles à reconnaître et à indiquer; nous ne suivrons même pas, avec Buache, le raccordement des grandes chaînes au-delà de la sphère où s'exercent, dans leur plus grande étendue, nos rapports militaires et politiques. Ainsi, en descendant le Gothard, nous laisserons courir, à la gauche du Rhône, la chaîne qui, sous le nom de grandes Alpes, va ceindre le nord-ouest de l'Italie, et s'abaisser au sud dans les Apennins; nous suivrons de l'œil ce gigantesque embranchement qui, entre l'Aar et le Rhône, fléchit au nord sous le Rhin pour se relever aux montagnes Noires, se fond en heurtant à l'ouest le Jura, se courbe au sud dans l'Ardèche, et va peut-être par les Cevennes se rattacher aux Pyrénées; nous reconnaîtrons à l'est la chaîne principale, non dans ses branches qui forment les grands affluens du

Danube supérieur, ni dans celles qui séparent la Drave de la Save, mais dans cette arête qui, formant au sud le rempart du Tyrol, se courbe vers le sud-est pour ceindre la grande vallée de l'Adriatique, et qui, divergeant vers le Balkand et se ramifiant dans la Grèce, projette les caps de la mer Noire et de l'Archipel : peu nous importe qu'elle se relève ensuite au Caucase, à l'Atlas, au mont Ida; nul intérêt ne nous porte à suivre au loin son incertaine continuité.

Chaînon, chaîne secondaire ou embranchement.

On confond souvent la chaîne secondaire avec le contre-fort, sur-tout quand ce dernier a une certaine étendue : mais comme nous n'adoptons pas le terme de *chaîne primaire*, on croit que ce qui était désigné par *chaîne secondaire*, le serait plus convenablement par le mot d'*embranchement;* celui de *chaînon* serait encore plus propre, si ce n'était donner le nom d'un animalcule à un éléphant. Quoi qu'il en soit, nous définirons cette subdivision de la chaîne principale, une série irrégulière, mais assez suivie, de

hauteurs, qui, se détachant de la chaîne principale, prend, à plus ou moins de distance de son point de départ, une direction qui tend au parallélisme, et forme les grandes vallées longitudinales ou légèrement inclinées sur l'axe de la chaîne : c'est ainsi qu'on peut considérer les Apennins, le Jura, les Vosges, les montagnes Noires.

Contre-fort.

Le *contre-fort* ne diffère du chaînon qu'en ce qu'il a moins d'étendue; que sa direction, par rapport à l'axe de la chaîne, s'approche plus de la perpendiculaire; qu'il n'accompagne et n'alimente pas toujours un grand cours d'eau, et qu'il se termine ordinairement, soit en s'abaissant dans une vallée longitudinale ou d'une manière abrupte sur la côte. Les contre-forts forment les vallées transversales.

Rameaux.

Les subdivisions latérales ou terminales des chaînons et des contre-forts qui ont quelque étendue, et qui forment les vallons ou affluens de la vallée principale, se nomment *rameaux*.

Renflement. Un contre-fort très-court, tel qu'on en trouve à l'origine bifurquée d'une vallée, peut être considéré comme un renflement de la chaîne.

Appendice. On donne le nom d'*appendice* au renflement d'un chaînon ou d'un contre-fort.

Colline. Les rameaux se subdivisent en collines, entre lesquelles se trouvent les berceaux des ruisseaux.

Coteau. On donne assez communément le nom de *coteau* au versant cultivé d'une colline, ou à une partie de celui d'une montagne; mais on entend aussi par ce mot un appendice de la colline.

Mamelon. Les *mamelons* sont les derniers reliefs arrondis et isolés de la surface du terrain, par lesquels la pente générale des hauteurs voisines se raccorde avec le glacis ou plan légèrement incliné, selon lequel la plaine, ou l'un des côtés du fond de la vallée, penche vers le récipient de ses eaux.

Arête. Le nom d'*arête* est appliqué à l'intersection obtuse ou aiguë des plans que forment

les deux versans d'une chaîne, ligne qui détermine le partage des eaux des deux revers opposés : c'est le faîte de la montagne.

Le mot de *crête* est plus employé pour désigner l'arête ou le faîte du contre-fort. Crête.

Quoique l'on confonde souvent les mots de *cime* et de *sommet*, cependant ce que signifie le premier se trouve plus ordinairement dans les hauteurs du premier ordre : l'un et l'autre désignent toujours le point le plus élevé d'une hauteur cunéiforme. Cime, sommet.

Le plan général des contre-forts étant, malgré le relèvement partiel de leur crête, dans celui de pente générale que la chaîne d'où ils émanent produit sur chacun de ses versans, et leur masse soutenant de part et d'autre celle de la chaîne au point où ils s'y attachent, il y a relèvement de la chaîne à ce point (1). Pareille chose arrive à la Col.

---

(1) En appliquant à cette forme de terrain les considérations géométriques sur lesquelles repose la description des surfaces courbes, les C.ens Brisson et

rencontre des deux autres contre-forts, qui, de chaque côté, se détachent parallèlement aux premiers; d'où il suit deux relèvemens de la chaîne assez rapprochés, dont l'intervalle se nomme *col:* c'est ordinairement le point où l'arête paraît faire une inflexion, et qui offre un passage d'un versant à l'autre, d'une tête de vallée à celle de la vallée opposée; c'est le point de partage des eaux. Il n'est pas rare d'y trouver un réservoir commun, comme source ou lac; c'est ce qu'on voit au mont Cenis, au mont Genèvre. Ce même passage est appelé *port* dans les Pyrénées, et *pertuis* dans le Jura.

La double rencontre des rameaux sur les chaînons et contre-forts, produit aussi des

---

Dupuy-Torcy ont démontré son existence, et fait faire un pas à la théorie de la recherche des points de partage des eaux: nous nous en tenons à des considérations plus faciles à saisir, et renvoyons à cet intéressant mémoire, ou plutôt au rapport qu'en a fait le C.en Lacroix, le 24 vendémiaire an 11, à la première classe de l'Institut.

cols sur leur crête, aux têtes des vallons; mais ce nom appartient plus particulièrement aux passages de la chaîne.

Ressaut.

On désigne généralement par le nom de *ressaut*, tout relèvement brusque d'une arête ou d'une crête, indépendamment de ceux qui, par leur grandeur ou leur position culminante, prennent le nom de *nœud*, *mont*, *plateau* ou *pic*.

Défilé.

Le *défilé* diffère du col, en ce qu'il peut se trouver au pied des hauteurs, et que c'est un passage toujours resserré entre deux escarpemens, par lesquels il est encaissé ou supporté.

Patte ou croupe.

On peut appeler *patte* d'un rameau, d'un contre-fort, le point de la crête où ils se subdivisent et se ramifient pour s'abaisser en collines ou hauteurs inférieures.

Éperon.

Le nom d'*éperon* convient aux saillies abruptes que font quelquefois, en se terminant brusquement sur la côte, les rameaux ou les contre-forts, principalement ces derniers; les chaînes et chaînons se

terminant ainsi, produisent ordinairement ce qu'on appelle *promontoire*.

Combe. Nous entendons par *combe* une plaine élevée, légèrement concave, mais ordinairement aride et sans cours d'eau.

Fondrière. Elle prend le nom de *fondrière* lorsqu'elle a une moindre étendue, et que les eaux sauvages y séjournent ou n'y trouvent qu'une difficile issue.

Ravin. Le *ravin* est une déchirure de la montagne sur le plan de pente primitif où coulent les eaux sauvages, pérennes ou passagères; c'est un lit graveleux habituellement à sec.

Ravine. On l'appelle *ravine*, lorsqu'il est habituellement inondé.

Torrent. La ravine est assez ordinairement l'origine ou l'une des tributaires d'un *torrent*, qui est un cours d'eau rapide et sauvage qui se précipite en grondant sur un lit rocailleux suivant le plan de pente primitif, et porte à un récipient plus tranquille un tribut, tantôt faible, tantôt énorme, d'eau limpide ou chargée de troubles : plusieurs rivières sont des

torrens sur le premier plan de pente d'où elles surgissent.

On donne le nom de *gorge* à une partie de vallée très-étroite; c'est l'intervalle resserré entre deux contre-forts, qui se trouve plus ordinairement voisin de leur point d'attache à la chaîne, et qui y sert de couloir plus ou moins fortement accidenté à un torrent. Gorge.

Quand la gorge a une certaine étendue, sans prendre trop d'évasement, quoique sa pente diminue, elle prend le nom de *val.* Val.

Quand le val se prolonge et s'élargit, il donne naissance à la *vallée*, qui prend quelquefois son nom même à son origine, lorsqu'elle y est large et à berges adoucies. On distingue par la dénomination de *vallée principale*, celle qui sert de berceau à un grand cours d'eau qui, partant de la chaîne et suivant entre deux contre-forts le plan de pente générale, à moins qu'il ne soit détourné par une contre-pente, comme le Rhône l'est par le chaînon de l'Ardèche, Vallée.

se rend au récipient principal vers lequel verse ce plan de pente. La vallée est dite *secondaire*, quand elle prend son origine sur les flancs d'un chaînon ou d'un contrefort, et qu'elle est berceau d'un cours d'eau qui est affluent de celui d'une vallée principale.

La vallée est longitudinale, lorsqu'elle a pour l'une de ses berges les flancs mêmes de la chaîne ou du chaînon d'où elle descend, ou qu'elle en reçoit les affluens: telle est la vallée du Rhône jusqu'au lac Léman (1). Elle est transversale, lorsque sa direction approche de la perpendiculaire à l'axe de la chaîne ou du chaînon, qu'elle a pour berges les flancs correspondans de

(1) C'est une des plus profondes vallées du globe: le point de Brigg est à 4085^{m} [2096^{t}] au-dessous du mont Rose et du Finsteraar, les deux points les plus élevés, l'un de la chaîne méridionale et l'autre du grand chaînon septentrional, qui l'encaissent; tandis que la vallée de Quito n'est qu'à 3412^{m} [1751^{t}] au-dessous du Chimboraço.

leurs contre-forts ou rameaux, ou que ses affluens en descendent.

Les fleuves et les grandes rivières coulent dans les vallées principales; leurs principaux affluens coulent dans les vallées secondaires.

Les *vallons* sont des vallées de moindre étendue, qui, naissant sur les flancs des contre-forts, ont pour berges les versans correspondans de deux rameaux, et forment le berceau d'un affluent de second ordre, tributaire d'un fleuve ou d'une rivière principale. Vallons.

On appelle aussi *vallon*, le berceau d'un ruisseau qui se trouve entre deux collines.

Les *berges* sont les flancs en regard des hauteurs, dans l'intervalle desquelles se trouve le fond de la vallée. Berges.

Les berges prennent le nom de *rives*, lorsqu'elles expriment les deux escarpemens plus ou moins abruptes qui encaissent un fleuve. Rives.

Pour une rivière, elles se nomment *bords*. Bords.



Glacis. On appelle *glacis* ce plan légèrement incliné que forme, de chaque côté du cours d'eau, le terrain d'alluvion du fond de la vallée, depuis le pied des hauteurs où la pente a changé, jusqu'au *thalweg*, que nous croyons plus convenable d'appeler *fil-d'eau*.

Fil d'eau. On entend par *thalweg*, mot emprunté de l'allemand qui signifie le *chemin de la vallée*, l'intersection mixtiligne que forment, au fond de la vallée ou du vallon, les plans de pente latérale (1) des deux berges : c'est la route que suivrait une goutte d'eau, un grave quelconque abandonné à sa propre pesanteur sur le plan de pente longitudinale de la vallée; c'est ce que nous croyons plus convenablement exprimé par le mot composé de *fil-d'eau*, qui a une étymologie française facile à entendre, et

(1) Le mot de pente *latérale* est employé ici pour exprimer les deux lignes que donnerait le profil ou travers de la vallée, et par opposition à celui de *longitudinale*.

une

une consonnance moins dure que le germanique *thalweg.*

Nous entendons par *pente générale*, celle que déterminent vers un grand bassin, comme l'Océan ou les méditerranées, les versans d'un plateau, d'un mont, d'un pic, d'un nœud culminant de monts agglomérés d'où se détachent et descendent les chaînes et cours d'eau qui vont former les grandes arêtes saillantes ou rentrantes d'une portion circonscrite d'un continent ou de la totalité d'une île : tel est le Gothard pour l'Allemagne, la Turquie d'Europe, l'Italie, la France et les Pays-Bas ; c'est lui qui détermine les pentes générales du Danube et du Tésin vers les méditerranées, et celles du Rhin et du Rhône vers l'Océan. Pente générale.

Ce dernier fleuve se trouve détourné et ramené au sud vers la Méditerranée par la rencontre des montagnes de l'Ardèche, dont les versans orientaux coupent la pente prolongée du Gothard, et donnent, sur la ligne produite par cette intersection, Contre-pente.

un nouveau lit et une nouvelle direction au Rhône. C'est le plan de pente de ces versans orientaux qu'on appelle *contre-pente ;* c'est ce qui arrive, lorsqu'un chaînon vient croiser un contre-fort. Quoique l'un et l'autre soient émanés d'un plateau commun, et dans le plan de pente générale qu'il détermine ; comme le chaînon a sur son versant opposé à la chaîne, un plan de pente particulier, et contraire à celui qu'il suit lui-même dans le système général, il fait nécessairement contre-pente, et détourne ainsi le cours d'eau échappé de la chaîne.

Comme le plan de contre-pente est ordinairement plus abrupte, le *fil-d'eau* déterminé par la ligne d'intersection se trouve habituellement de son côté. De ce côté aussi les berges sont ordinairement plus escarpées, parce que les cours d'eau tendent toujours à miner les obstacles qui barrent leur déclivité primitive (1).

(1) C'est une observation sur l'importance de laquelle le général Andréossi appelle particulièrement

Nous bornerons ici cet Essai, déjà trop étendu pour un *avant-propos ;* notre projet n'ayant été que d'ébaucher ce qu'il y aurait à faire, non-seulement pour compléter ce travail, relativement aux montagnes et aux cours d'eau, mais encore pour la plupart des ouvrages d'art qui s'y rattachent et dont la nomenclature n'est pas fixée, et ensuite pour tout ce qui concerne les côtes et les reconnaissances à la mer. La guerre donnant une nouvelle importance à cet ouvrage, et en multipliant le besoin, nous espérons que, dans les loisirs qu'elle pourra laisser, quelque officier instruit voudra bien s'en charger, et remplir à cet égard le vœu des militaires qui s'intéressent aux progrès de la topographie appliquée aux reconnaissances.

P. V. *Officier du génie.*

---

l'attention des constructeurs pour l'établissement des digues, des épis et des arches pour la navigation. *Voyez* son Histoire du canal de Languedoc.

Nota. Pour ne pas trop grossir et retarder ce numéro, déjà assez volumineux, nous renvoyons au numéro 7 l'indication de quelques rectifications à faire à la notice sur la mesure des hauteurs par le baromètre, insérée dans le premier numéro.

— Il est à observer que les hauteurs des caractères d'écriture dont on trouve la détermination dans le présent numéro, ont eu leurs dimensions fixées aux diverses échelles, pour un plan ou une carte dont le cadre serait de 8 centimètres de long sur 5 de hauteur ; quand le cadre du dessin est plus petit, ces hauteurs demandent à être légèrement modifiées, et l'on ne peut indiquer pour cela d'autre règle que le goût.

— Le sixième numéro, contenant, 1.° un mémoire succinct sur la solde des troupes depuis l'institution des armées permanentes, comparée au prix du blé, 2.° des lettres inédites de Frédéric II et du maréchal Fouquet sur la tactique des Autrichiens en campagne, 3.° la suite de la reconnaissance de la forêt Noire, est à l'impression.

MÉMORIAL

MÉMORIAL TOPOGRAPHIQUE ET MILITAIRE.

SECTION PREMIÈRE.

CHAPITRE III.

TOPOGRAPHIE.

PROCÈS-VERBAL des Conférences de la Commission chargée par les différens services publics intéressés à la perfection de la Topographie, de simplifier et de rendre uniformes les signes et les conventions en usage dans les Cartes, les Plans et les Dessins topographiques.

Du 28 Fructidor an 10 au 24 Brumaire an 11.

§. I.er

LES Commissaires des différens services publics intéressés à la perfection de la topographie, se rendant à l'invitation qui leur a été adressée de la Réunion de la commission.

part du Ministre de la guerre, se réunissent au dépôt général de la guerre le 28 fructidor an 10, pour discuter les moyens de simplifier et de rendre uniformes les signes variés qui, sur les cartes et les autres projections, servent à exprimer les accidens du terrain.

Noms des commissaires.

Les membres de la Commission sont :

Le général de brigade, inspecteur général du génie, SANSON, directeur du dépôt de la guerre ;

Le chef de brigade du génie, directeur des fortifications, PASCAL-VALLONGUE, adjoint au directeur du dépôt ;

Le chef de bataillon MURIEL, conservateur des mémoires descriptifs du dépôt de la guerre ;

Le capitaine CLERC, employé au dépôt, section topographique ;

Le C.en HERVET, chef de la section topographique de l'intérieur du dépôt ;

Le C.en BACLER-DALBE, ingénieur-géographe, chef de section ;

Le C.en EPAILLY, *idem*, chargé de la rédaction de la carte de Souabe ;

Le C.en JACOTIN, *idem*, chargé de la rédaction de la carte d'Égypte ;

Le C.en BARTHOLOMÉ, ingénieur-géographe de première classe ;

Le C.en BARBIÉ-DUBOCAGE, ing.-géogr., chargé de la rédaction de la carte de la Morée ;

Le C.^en HENNEQUIN, ingénieur-géographe de première classe;

L'adjudant-commandant LOMET, chef de la 4.e division de la guerre (opérations militaires);

Le chef de bataillon du génie DECAUX, directeur du dépôt des colonies;

Le chef de bataillon du génie, ALLENT, secrétaire du Comité central du génie;

Le C.^en PRONY, membre de l'Institut, et directeur de l'école des ponts et chaussées;

Le C.^en LESAGE, inspecteur de l'école des ponts et chaussées;

Le C.^en HASSENFRATZ, inspecteur général des mines;

Le C.^en COLLET-DESCOTILS, ingénieur des mines;

Le C.^en CHRESTIEN, chef du bureau topographique du ministère des relations extérieures;

Le C.^en LEROY, ingénieur du dépôt général de la marine et des colonies;

Le C.^en CHANLAIRE, chef de la deuxième division de l'administration générale des forêts.

Le Général directeur du dépôt de la guerre ouvre la séance en exposant les motifs qui, d'après l'intention du Ministre de la guerre, et avec son approbation, lui ont fait prendre l'initiative pour provoquer cette réunion: ce sont les grands

Exposé des motifs qui ont determine cette réunion.

travaux topographiques qui s'exécutent ou vont s'exécuter sous sa direction, dans les nouveaux départemens de la France, en Italie, en Ligurie, dans l'île d'Elbe, en Helvétie, en Souabe, en Bavière. Au desir de perfectionner ces travaux et d'y mettre toute l'uniformité possible, se joint celui de les coordonner à ceux dont s'occupent les autres services, et de rendre communs à tous, les matériaux que chacun d'eux aura recueillis.

Le Chef de brigade adjoint au directeur du dépôt de la guerre jette un coup d'œil rapide sur l'état de la topographie en Europe; il cite les œuvres dont s'honorent les autres peuples, et les artistes qui les en ont enrichis: de nos jours, *Zannoni* en Italie, *Weiss* en Helvétie, *Amman* et *Bohnenberger* en Allemagne, *Rennell* et *Arrowsmith* en Angleterre, le baron *Hermelin* en Suède, perfectionnent leur art et multiplient ses résultats.

Mais ces nations n'ont rien de comparable aux richesses de la France en ce genre: parmi les cartes gravées, la France entière, par *Cassini;* les Alpes et le Dauphiné, par *Bourcet;* les états de Bourgogne, le canal de Languedoc, les environs de Paris, et sur-tout la précieuse carte des chasses; parmi les œuvres manuscrites, la Flandre, par *Masse;* les Vosges, par les officiers du génie; les routes et canaux, par les ingénieurs des ponts et

chaussées ; les côtes de Bretagne, par les ingénieurs géographes ; les cartes hydrographiques du dépôt de la marine ; celle de l'Escaut, qu'on lève en ce moment ; les Aldudes, Saint-Domingue et tant d'autres, rappellent des travaux à la fois plus vastes et plus voisins de la perfection.

Ces travaux, ceux qui vont s'y réunir, le nom de nos géographes, la réputation des corps à qui des applications différentes rendent également nécessaires l'étude et la pratique de la topographie, tout dit assez qu'il appartient à la France d'élever cet art au niveau des autres connaissances, et de hâter ses progrès autant que le permettent ceux des sciences ou des arts dont il emprunte le secours.

Déjà les travaux géodésiques ont reçu une précision jusqu'ici inconnue. Les méthodes éprouvées de Delambre et de Méchain ; les développemens qu'on leur a donnés dans le Mémorial du dépôt de la guerre, et qui rendent leur application plus facile ; les registres des calculs et des opérations assujettis à une rédaction régulière ; les rapports des cartes et du terrain, fixés dans une suite d'échelles décimales ; l'usage des cercles de Borda rendu familier ; tous les autres instrumens perfectionnés ; le mètre, un appareil et des procédés nouveaux, donnant à la mesure des bases une justesse égale à celle des angles : tout promet exactitude, ordre,

célérité, identité parfaite dans les opérations qui préparent, recueillent, évaluent les résultats trigonométriques.

Il ne s'agit plus que de rendre l'emploi de ces instrumens et de ces méthodes uniforme et commun à tous les services, qui choisiront d'ailleurs, parmi ces moyens si étendus, les moyens analogues à leurs besoins respectifs.

Mais ces opérations ne donnent que des triangles, des distances déterminées par des points: il importe de mettre la même perfection et la même uniformité dans les projections détaillées de tous les objets que le terrain offre à sa surface, dans la représentation fidèle de leurs formes et de leurs rapports; en un mot, dans tout ce qui constitue le trait et l'expression des dessins, des plans et des cartes.

Ici, le Chef de brigade sous-directeur présente le tableau des questions que la Commission devra résoudre, et l'engage à organiser de suite les conférences.

La Commission, sur sa demande, arrête le plan de son travail, invite le Général directeur du dépôt à la présider, charge le C.en Allent de faire les fonctions de secrétaire, et s'occupe, sur-le-champ, des premiers points qui doivent faire le sujet de ses discussions.

§. II.

Ouverture des discussions.

Des opérations et des instrumens trigonométriques.

La Commission remarque, avant tout, qu'il importe de répandre dans les divers services les méthodes et l'usage des instrumens les plus parfaits et les plus propres à donner une confiance entière dans les opérations géodésiques, trigonométriques et de nivellement.

Elle desire que tous les services, chacun relativement à ses besoins, emploient de préférence ces instrumens et ces méthodes, et s'efforcent d'atteindre, dans les opérations, à la plus grande précision possible : aucune alors ne sera perdue pour la topographie; et chaque service pourra transporter, avec sécurité, sur les cartes et les dessins qui lui sont propres, les points déterminés dans les levés et les nivellemens des autres services.

Ici, les Commissaires des différentes administrations exposent les méthodes particulières qu'on y suit.

La Commission entend avec intérêt les détails donnés par le C.en Hassenfratz, sur les levés et les nivellemens des mines, sur les perfectionnemens adoptés par le conseil des mines, et sur ceux dont s'occupe le C.en Baillet, ingénieur dans cette partie.

Elle apprend avec satisfaction, du C.en Chanlaire, les mesures prises par l'administration générale

des forêts, pour rendre uniformes les arpentages, pour les rattacher aux grands canevas trigonométriques, et rendre ces opérations si multipliées utiles à la topographie.

Les procédés ingénieux en usage dans l'hydrographie, dans les services du génie militaire et des ponts et chaussées, se perfectionnent tous les jours, et peuvent, la plupart, se transporter avec succès d'un service dans un autre.

La Commission prie le Général président d'inviter les différens services à publier la description de leurs méthodes et de leurs instrumens particuliers.

Elle est d'avis que la même invitation soit personnellement adressée aux officiers ou aux ingénieurs qui, comme le citoyen Baillet, s'occupent de perfectionner ces instrumens et ces méthodes.

Une série des numéros du Mémorial que publie le dépôt, est spécialement consacrée à la topographie; la Commission invite le Général directeur à y faire insérer ces divers mémoires, et les extraits de ceux qui seraient imprimés séparément, en donnant les figures nécessaires à l'intelligence des méthodes ou à celle des instrumens qui sont peu connus : il lui paraît utile, enfin, qu'à la description des instrumens soient jointes quelques notes sur leur construction, leur choix, leur prix, et sur les artistes

connus pour les fabriquer avec le plus de soin et de précision.

§. III.

Du nivellement.

COMME on rapporte, dans les opérations trigonométriques, tous les points déterminés en longitude et en latitude, à la méridienne et à la perpendiculaire, il a paru simple de rapporter toutes les hauteurs au niveau général de la mer.

Ce niveau offrait aux marins la surface de comparaison à laquelle il était le plus naturel de coordonner les sondes des ports, des rades et des autres profondeurs de la mer.

Les savans et les géographes ont rattaché à cette même surface, les hauteurs des montagnes, obtenues par les opérations géodésiques ou par le baromètre.

Les ingénieurs des mines comptent depuis cette surface, dans tous leurs nivellemens.

Les officiers du génie, qui, depuis très-longtemps, ont transporté la méthode des sondes dans les nivellemens des places, de leurs environs, des lignes et des canaux défensifs, ont encore, pour chaque place, ligne ou canal défensif, des plans de comparaison différens.

Il en est ainsi des ingénieurs des ponts et chaussées pour les nivellemens qui servent à l'établissement des routes, des canaux et de tous les travaux civils.

En un mot, une foule de nivellemens partiels, faits sur tous les points du territoire, par les différens services publics, ne peuvent être confrontés, et deviennent inutiles pour la connaissance exacte des formes de notre sol, ou parce qu'ils ne se rattachent à rien, ou parce que les plans imaginaires auxquels on les a rapportés, différens, sans relation entre eux, n'ont rien qui les lie à un plan général de comparaison.

La Commission est d'avis que les services publics qui ne rapportent point encore leurs nivellemens au niveau général de la mer, soient invités à le faire, et à rattacher, autant que possible, à ce niveau, les plans partiels de comparaison des nivellemens qu'ils ont faits ou qu'ils feront à l'avenir.

Elle desire qu'il soit publié dans le Mémorial une instruction sur les opérations que cette mesure exige, et sur la meilleure méthode à suivre pour éviter les erreurs que des anomalies réelles ou apparentes peuvent jeter dans ces opérations.

Elle invite l'adjudant-commandant Lomet, un de ses membres, à s'occuper de cette instruction, et à la faire insérer au Mémorial, en attendant le traité général de nivellement dont elle est informée qu'il s'occupe, et dont elle souhaite qu'il accélère autant que possible la publication.

La Commission, enfin, pense qu'il est important, à l'avenir, d'inscrire sur les cartes et les plans tout ce qu'on y pourra mettre, sans confusion, de cotes ou sondes de niveau, en distinguant, par la couleur des chiffres ou par d'autres signes conventionnels, les hauteurs déduites d'opérations rigoureuses, et celles qui sont déterminées par des opérations approximatives.

§. IV.

Des échelles.

Les échelles décimales, adoptées par divers services, sont toutes prises dans la série suivante :

Entiers et { Fractions décimales...2...1...0,5.&c.
Fractions ordinaires...2...1...$\frac{1}{2}$ &c. }

La propriété capitale de cette série est de ne contenir que les diviseurs du nombre 10, c'est-à-dire, du type de la numération décimale, et les multiples ou sous-multiples décimaux de ces diviseurs : c'est donc, de toutes les séries qu'on pouvait choisir dans ce système de numération, celle qui rend les transformations plus faciles.

La loi que cette série suit dans sa marche est telle, que ses termes, pris trois à trois, sont doubles ou sous-doubles les uns des autres, et que les termes d'une triade sont multiples ou sous-multiples décimaux des termes qui leur correspondent dans la triade infé-

rieure ou supérieure; en sorte qu'on peut les écrire sous la forme et avec les signes des proportions :

Entiers et $\begin{cases} \text{Fract. décim. } 2:1:0{,}5::0{,}2:0{,}1:0{,}05. \\ \text{Fract. ordin. } 2:1:\frac{1}{2}::\frac{1}{5}:\frac{1}{10}:\frac{1}{20}. \end{cases}$

En général, si l'on considère une grandeur donnée, et, dans chacune des échelles, la partie aliquote de même valeur qui représente cette grandeur, ces parties aliquotes ordonnées par rapport à la plus grande ou à la plus petite prise pour module, seront entre elles comme les termes de la série, ces termes étant pris en descendant ou en remontant, selon que le module sera la plus grande ou la plus petite des parties aliquotes.

Et si l'on nomme $\frac{A}{10}$ la plus grande de ces parties, $10a$ la plus petite, on aura les deux séries suivantes :

$$\frac{A}{10.}:\frac{A}{20.}:\frac{A}{40.}::\frac{A}{100.}:\frac{A}{200.}:\frac{A}{400.}::\&c.$$

$$10a:20a:40a::100a:200a:400a::\&c.$$

que l'on peut mettre sous cette forme :

$$\frac{A}{1.10^1}:\frac{A}{2.10^1}:\frac{A}{4.10^1}::\frac{A}{1.10^2}:\frac{A}{2.10^2}:\frac{A}{4.10^2}::\&c.$$

$$1.10^1a:2.10^1a:4.10^1a::1.10^2a:2.10^2a:4.10^2a\ \&c.$$

Et, en général, $\begin{cases} ::\frac{A}{1.10^m}:\frac{A}{2.10^m}:\frac{A}{4.10^m} \\ ::1.10^m a:2.10^m a:4.10^m a \end{cases}$

de sorte que l'expression générale d'un terme quelconque est,

1.^cre^ série, $\frac{A}{d.\ 10^m}$

2.e série, $d.\ 10^m a$

dans lesquelles *A* est le décuple, et *a*, le dixième du module; *m*, un nombre qui, tout à la fois, indique la triade à laquelle le terme appartient, et la puissance de 10, par laquelle il faut multiplier *A* ou *a*; et *d*, l'un des coefficiens 1, 2, 4, qui détermine la place du terme dans la triade désignée par *m*.

Ces transformations de la série primitive peuvent servir à déterminer les grandeurs qui, comme celles des écritures, doivent être dans un rapport constant avec les échelles, et qu'on ne peut déduire toutefois des règles ordinaires de la projection.

Depuis le terme où l'échelle est double de la grandeur des objets, jusqu'à celui où elle n'en est plus que la $\frac{1}{20{,}000{,}000}$ partie, c'est-à-dire, entre les deux termes que l'on peut considérer comme extrêmes pour les besoins ordinaires, la série comprend huit triades, et par conséquent vingt-quatre termes, qui forment autant d'échelles parmi lesquelles la plupart des services, tels que le dépôt de

la guerre, les ponts et chaussées, le génie militaire, l'école polytechnique, l'administration forestière et le cadastre, ont déjà choisi celles qui leur étaient les plus favorables.

Si l'on fait attention aux besoins nombreux et variés des différens services; si l'on remarque que plusieurs d'entre eux n'ont point encore choisi les échelles qui leur conviennent; si l'on réfléchit, enfin, qu'il faut laisser toute la latitude que la série permet aux géographes qui travaillent pour le public, et qui sont obligés de consulter tous les besoins, tous les moyens et tous les goûts, on se convaincra que s'il est inutile de chercher des échelles hors de la série adoptée, que s'il importe à l'uniformité de n'en point prendre ailleurs, c'est aussi tout ce que l'uniformité peut exiger et peut obtenir.

Tel est l'avis de la Commission; et son vœu se borne à voir tous les services prendre leurs échelles dans la même série, et consacrer, par leur exemple, cette application nouvelle du système décimal.

La Commission remarque que cette même série peut s'appliquer aux mesures de tous les pays, puisque ses termes ne font qu'exprimer les rapports de grandeur des échelles avec la grandeur réelle des objets; mais elle ne rend les transformations faciles, que pour les mesures dont les

fractions sont décimales, ou qu'autant qu'on réduit en décimales leurs parties aliquotes : c'est donc un nouveau motif d'adopter en ce point, comme dans tous les autres, le système métrique, déduit de la grandeur de la terre ; et la Commission ne doute pas que des corps qui, depuis des siècles, se rendent recommandables par leurs lumières et par les progrès qu'ils ont fait faire aux connaissances, ne concourent à rendre nationale, européenne, générale, une institution qui réunit les suffrages des hommes les plus éclairés de tous les pays.

La marche que suit la série des échelles, offre une propriété qu'on peut appliquer en bien des cas ; les termes d'une même triade étant doubles ou sous-doubles les uns des autres, les évaluations et les transformations seront plus faciles, toutes les fois qu'on pourra prendre, dans la même triade, les échelles du levé et de la gravure des cartes, des plans et des dessins qui dépendent les uns des autres, ou que l'on a souvent besoin de comparer. Mais la Commission en insistant, pour qu'on ne néglige pas cet avantage, recommande de n'y sacrifier jamais ce qui constitue le premier mérite des cartes, la grandeur convenable de l'échelle, et son juste rapport avec les objets qu'il s'agit d'exprimer, ou les besoins auxquels il importe de satisfaire.

La Commission, enfin, regarde comme une mesure utile, et propre à rendre les échelles uniformes, l'impression au Mémorial du dépôt de la guerre, d'un tableau qui développe la série entière, d'après les propriétés qui viennent d'être indiquées, et sur lequel on désignera celles qui ont déjà été choisies par les divers services.

§. V.

Des projections et du dessin en général.

LA définition complète d'un corps exige qu'on le projette sur trois plans coordonnés, que l'on suppose ordinairement rectangulaires entre eux, et dont l'un est horizontal.

C'est cette méthode que suivent les ingénieurs des différens services, dans les plans et les dessins, et dans quelques cartes, relatifs aux travaux publics, toutes les fois qu'il est indispensable de considérer les corps et le terrain comme un solide soumis aux lois de la stéréotomie.

Ces projections sont connues sous les noms familiers à presque tous les arts, de *plans*, de *profils*, de *coupes*, d'*élévations*.

Elles donnent les grandeurs géométrales.

La perspective les transforme en une autre projection qui donne les grandeurs optiques.

Sur ces diverses projections, la perspective aérienne, c'est-à-dire, la dégradation des lumières

et

et des ombres, peut également donner du relief, du corps à tous les objets.

Sur chacune d'elles, l'emploi varié des couleurs change le dessin en peinture.

L'échelle limite les grandeurs que la projection peut représenter : quand la projection, sur le même plan et avec la même échelle, ne donne plus pour les objets que des tracés dont les dimensions se confondent, les lois ordinaires de la géométrie descriptive cessent d'être applicables ; et l'on n'a plus, pour les exprimer, que des signes qui dérivent d'un autre ordre de conventions, et que l'on désigne plus spécialement sous le titre de *signes conventionnels*, pour les distinguer de ceux qui sont assujettis aux conditions générales sur lesquelles la théorie des projections est fondée.

La Commission pense qu'il est toujours utile, et souvent nécessaire, en topographie comme dans tous les arts, d'ajouter à la projection horizontale que donne le plan ou la carte, des projections verticales ou perspectives.

Elle desire qu'on ne néglige jamais de le faire, toutes les fois que le temps le permettra, lors même qu'on ne verrait pas, dans l'instant, l'utilité que ces projections peuvent avoir un jour.

Mais ce qu'on peut dire de la projection horizontale pouvant s'appliquer presque dans tous

les points aux autres projections, la Commission passe de suite à ce qui concerne cette projection, et décide qu'elle examinera successivement dans les cartes et les plans, ce qui concerne le trait ou la projection proprement dite, les teintes ou l'application de la perspective aérienne et des couleurs aux projections horizontales, et les signes conventionnels ou supplémentaires des projections.

Elle charge diverses commissions d'examiner tout ce qui concerne les teintes, les couleurs, les signes conventionnels; de préparer les dessins-modèles qu'il sera nécessaire de publier, et de les lui présenter au moment où elle s'occupera de l'objet auquel ils se rapporteront.

§. VI.

De la projection horizontale, et d'abord de la projection des montagnes.

LA Commission passe ensuite à l'examen de tout ce qui tient au trait ou à la projection des cartes et plans.

La projection horizontale des objets terminés par des plans ou même par des surfaces de toute autre espèce, mais qui se pénètrent et se coupent dans tous les sens, et selon des arêtes fort rapprochées, n'a rien qui puisse embarrasser ni qui échappe aux procédés rigoureux ou approximatifs qu'enseignent la géométrie descriptive et la stéréotomie.

Mais les montagnes, les ondulations du terrain, présentent presque par-tout des surfaces à courbure continue, sans jarret et sans arête. La projection de ces surfaces sur le plan n'est autre chose que le plan même.

Il s'agissait donc d'imaginer une méthode particulière de les représenter.

La première et la plus ancienne, qui conserve des partisans parmi des géographes distingués, mais qui trouve de nombreux antagonistes dans les autres géographes, les corps d'ingénieurs et les savans à qui l'on doit des méthodes plus rigoureuses, consiste à projeter ou à mettre en perspective le contour apparent des montagnes sur de petits plans inclinés, rabattus ensuite, et confondus avec le plan horizontal. C'est cette méthode qu'on appelle assez improprement *demi-perspective*, et que l'on a étendue à l'expression des rochers, des arbres, des villes, des villages et d'une foule d'autres objets, alors même que leurs formes et la grandeur de l'échelle permettaient de les représenter par leurs traces horizontales. I.re Méthode.

Un autre artifice, dont le premier usage remonte assez loin, mais qui se perfectionne tous les jours, est celui des lignes de plus grande pente. On imagine, par la pensée, les courbes que II.e Méthode.

décriraient sur les surfaces du terrain des gouttes de pluie ou d'autres graves obéissant aux lois de la pesanteur; on détermine à vue les projections de ces courbes, et c'est par ces projections qu'on désigne les courbures variées des hauteurs, dont elles représentent, dans toutes les directions, les pentes les plus rapides : c'est ce système que suivent aujourd'hui la plupart des géographes et des ingénieurs.

III.e Méthode.

Enfin, un troisième procédé consiste à imaginer des sections faites dans les hauteurs, par des plans horizontaux, parallèles, équidistans, et à représenter les ondulations du terrain par les projections des courbes que forment ces sections : les officiers du génie emploient depuis long-temps cette méthode, pour déterminer les plans de site et de défilement de leurs ouvrages.

La discussion s'ouvre sur ces trois méthodes.

§. VII.

Examen de la I.re Méthode.

LES C.ens Dalbe, Chrestien, Epailly, lisent tour-à-tour des extraits de mémoires qu'ils ont rédigés sur le sujet des conférences.

Tous trois se déclarent contre le mélange des projections ou des perspectives inclinées avec les projections horizontales, et pour l'emploi des lignes ou hachures de plus grande pente.

Le C.en Dalbe fait sentir combien il est peu conséquent, après avoir observé parfaitement, dans le trait des ruisseaux, des chemins, des bâtimens, les règles de la projection horizontale, d'abandonner tout-à-coup ces règles, quand il s'agit de décrire les bois, les montagnes, les villages.

Il relève les principaux inconvéniens de cette méthode; il fait voir les arbres, les rochers, coupant le plan d'un chemin, d'une rivière, d'un édifice, les montagnes couvrant des vallées entières, leurs pentes sacrifiées l'une à l'autre; en un mot, la nature du dessin changeant à chaque pas, et l'esprit forcé de faire à chaque instant des opérations différentes.

Quant au relief, le C.en Dalbe est convaincu qu'on peut l'exprimer sur les lignes de plus grande pente, au moyen des teintes; et par un emploi délicat de la lumière, des ombres et des couleurs, faire du dessin des cartes un art d'imitation, un nouveau genre de peinture géométrale: c'est cette méthode qu'il a suivie dans les originaux de ses cartes gravées; et il ajoute qu'il s'y fût conformé davantage dans les planches, s'il n'avait eu à vaincre l'habitude des graveurs. On aurait ainsi les hauteurs relatives: les cotes de niveau peuvent donner les hauteurs absolues. S'il est des cas, bien

rares, où ces moyens si puissans ne suffisent point, le C.en Dalbe ne voit pas pourquoi l'on continuerait, en topographie, de tracer des projections sur des projections, au lieu de les faire, comme dans tous les arts, sur des plans séparés.

Le C.en Chrestien insiste également sur la nécessité de bannir des cartes la confusion des projections, et de n'y jamais mêler de perspective : le premier mérite d'une carte ou d'un plan, à ses yeux, est d'être exact ; le second, de détailler tous les objets, sans que l'un puisse jamais cacher l'autre. Il croit que les teintes et les couleurs suffisent pour donner, sur le trait de projection horizontale, les formes et le ton qui distinguent les accidens du terrain : il suffit même, pour obtenir cet effet, de multiplier les hachures ou lignes de plus grande pente, et de varier leurs tons, en observant les lois des teintes ; c'est ce qui constitue le dessin à la plume. Le C.en Chrestien le prouve, en mettant sous les yeux de la Commission un dessin de ce genre, où, sans rien sacrifier, sans s'écarter des règles de la projection horizontale, il donne une idée juste et complète des formes et des hauteurs relatives d'un pays montueux et fortement accidenté.

Le C.en Chrestien pense que le lavis ou les teintes suffisent, à la rigueur, sans les lignes de plus grande

pente, pour exprimer le relief des montagnes: mais il remarque qu'on n'a plus alors leur trait de projection; que rien ne sert plus de terme de comparaison au lavis; qu'il importe de balancer, les unes par les autres, les erreurs qu'il est si aisé de commettre dans la détermination des projections et dans celle des teintes; d'offrir au graveur les moyens d'évaluer ce que ces dernières laissent d'indécis; en un mot, d'avoir toujours pour base du lavis des montagnes, comme de tout le reste du terrain, un trait léger de projection, formé des hachures qui caractérisent les changemens les plus remarquables et les principales variétés des pentes: c'est cette méthode qu'il suit dans ses cartes lavées, et dont on a vu des exemples dans celle qu'il a exposée au salon de cette année.

Enfin, le C.en Chrestien est d'avis que, quand la petitesse de l'échelle réduit les projections des objets à des dimensions qui se confondent, il faut encore recourir, le moins possible, au dessin perspectif, et préférer, parmi les signes conventionnels qui suffisent à l'intelligence des objets, ceux qui sont les plus simples, qui se rattachent davantage aux règles des projections, et qui occupent, sur la carte, la moindre étendue possible.

Le C.en Epailly regarde la perspective comme un genre étranger à la projection géométrale des

cartes : la première donne des images; la seconde, des mesures : l'une est bornée à un instant, à un fait; l'autre est indéfinie, comme l'étendue qu'elle représente dans ses vraies dimensions.

Le C.en Epailly propose aussi d'obtenir le trait de projection des montagnes par leurs lignes de plus grande pente : il emploie également les teintes pour exprimer le relief. Mais au lieu de les varier, en supposant sur le pourtour des corps un côté plus éclairé, il suppose qu'ils le sont également sur toute leur circonférence, et se contente, pour exprimer les hauteurs relatives, de dégrader les teintes des hachures, en donnant la même force et la même intensité à tous ceux de leurs points qui se trouvent dans un même plan horizontal.

Une autre convention exprime, dans sa méthode, la rapidité des pentes : c'est la largeur des hachures, déterminée par cette supposition, que les projections des lignes les plus rapides représentent un plus grand nombre de points, et que tous les points d'une même ligne se groupent autour de sa projection. Il en résulte un rapport constant entre les largeurs des hachures et la rapidité des lignes de pente ; et c'est ce rapport qu'emploie le C.en Epailly pour déterminer, sur le dessin, cette rapidité.

Sa convention relative aux teintes peut se conclure de cette autre hypothèse, que la lumière part de toute la surface d'une sphère concentrique à la terre, s'altère, se disperse en traversant l'atmosphère, arrive plus foible sur les points les plus bas du terrain, mais teint d'une lumière uniforme les points semblablement élevés. Ainsi, comme les lignes de pente plus ou moins roides fournissent des hachures plus ou moins larges, les différences de hauteur donnent des hachures plus ou moins privées de lumière.

A ces moyens d'expression le C.^{en} Epailly ajoute deux notations particulières, et dont les signes ont pour objet,

Les premiers, d'écrire sur les hachures de projection des lignes de pente les plus caractéristiques, les degrés de pente évalués de cinq en cinq, ou au moins de dix en dix degrés;

Les seconds, de noter sur les hachures des montagnes accolées, les points qui, sur les plus élevées, sont de niveau avec les sommités inférieures.

L'examen de ces procédés appartient à cette autre question : quels sont les meilleurs moyens d'exprimer le relief sur les projections horizontales ? Mais par rapport à celle que la Commission discute, les méthodes du C.^{en} Epailly achèvent de

lui prouver que si l'on bannit les projections ou les perspectives inclinées des projections horizontales, les moyens d'exprimer le relief sur celles-ci ne manqueront pas.

Plusieurs membres ajoutent de nouvelles considérations à celles que les C.ens Dalbe, Chrestien et Epailly ont développées.

La question, disent-ils, n'est pas de bannir de la topographie les projections et les perspectives verticales ou inclinées, ni tous les moyens que l'art peut offrir pour multiplier les renseignemens qu'on a intérêt d'obtenir sur le terrain. Mais que chaque projection ait son plan distinct, qu'on ne le mêle pas sur le même plan; voilà ce que l'exactitude, la simplicité du dessin demandent, ce que prescrivent la géométrie et la simple raison.

Veut-on supposer le cas où le temps ne permet que de donner une seule projection, et faut-il prouver que, dans ce cas même, il vaut mieux que la carte donne la projection horizontale des montagnes!

N'est-il pas évident, ne dérive-t-il pas de la destination des cartes, que ce sont les distances horizontales qu'on a le plus souvent besoin d'estimer! N'arrive-t-il pas mille cas où, sur la surface à courbure continue, unique et sans arête d'un terrain montueux ou ondulé, on a besoin

d'évaluer la distance horizontale de deux points?

Voilà ce que donne toujours la projection horizontale des montagnes par les lignes de plus grande pente, ou par les courbes de niveau.

Les projections inclinées altèrent, au contraire, presque toutes les distances horizontales, et ne donnent exactement que celles de ces lignes qui se trouvent parallèles à l'intersection du plan horizontal et du plan incliné.

Il faut donc, pour celles-ci, connaître l'intersection des deux plans.

Il faut une échelle de réduction, pour conclure les distances horizontales, de la projection inclinée de toutes les autres grandeurs.

Il en est ainsi de la perspective, qui ne donne exactement en distances horizontales, que les lignes de niveau situées dans le plan même du tableau, et ne reproduit que les grandeurs optiques de toutes les autres lignes, même des horizontales qui sont parallèles à l'intersection de ce plan avec l'horizon.

Il faudrait donc, pour ces lignes et pour toutes les autres, connaître l'intersection des plans de projection, et se former une échelle optique.

Imaginât-on pour ces échelles une construction facile, et telle que l'usage en fût rapide, chose utile, peut-être, mais qui est entièrement à faire,

il resterait encore l'inconvénient déjà remarqué, de changer à chaque instant d'échelle, de sauter à chaque pas d'une projection à l'autre. Que penser donc des anciennes cartes, où les projections et les perspectives inclinées sont mêlées aux projections horizontales, et sur lesquelles on ne trouve ni échelles de réduction, ni lignes d'intersection, rien, en un mot, de ce qui détermine la position des plans inclinés, et l'altération des grandeurs géométriques? quel usage faire de ces tableaux semés, pour ainsi dire, sur les cartes? comment évaluer ce qu'ils représentent, quand on n'ignore pas que la figure d'une projection, sur un plan incliné, peut résulter de plusieurs combinaisons différentes, de plans dont la position varie, et de corps dont les dimensions ne sont pas les mêmes!

Mais, dit-on, le plan horizontal ne donne pas l'idée des montagnes et des surplombs, et il n'en est pas ainsi des projections ou des perspectives inclinées..... A quoi se réduit cette objection! s'agit-il du trait ou des teintes? la projection horizontale ne donne pour trait, dans ces deux cas, qu'une ligne pleine ou ponctuée. Il est évident que la projection ou la perspective inclinée peut en fournir deux ou trois; mais il faut avertir du changement de projection, indiquer la position

et l'inclinaison du plan, et noter même que le trait appartient à un escarpement, à un surplomb, plutôt qu'à une élévation ou à un enfoncement du terrain; car tous ces accidens peuvent décrire une même figure sur le plan incliné.

Les teintes, dira-t-on, dissiperont ce que le trait pourra avoir d'équivoque. Mais il faut donc recourir aux teintes! Le trait seul est insuffisant; il trompe: une teinte manquée laisse subsister l'erreur. Le trait horizontal, au contraire, plein ou ponctué, ne trompe jamais; il suffit pour les escarpemens et les surplombs des chemins creux et des ravins; pourquoi changer la loi, quand il s'agit des montagnes! il suffit pour les maçonneries de toute espèce, verticales, surplombées, saines, dégradées, en ruine: et les rochers sont-ils autre chose que les maçonneries de la nature! Les teintes achèvent d'éclairer le trait: tout se réduit donc, sur ce point comme sur les autres, à un peu plus ou un peu moins de facilité dans l'application des teintes.

Et l'on remarquera que les anamorphoses produites dans les projections ou les perspectives inclinées par l'exagération dans un sens, et la dépression dans un autre, de presque toutes les dimensions des objets, n'exigent pas moins d'habileté dans l'emploi des teintes pour rétablir aux yeux la vérité des formes, que pour donner, sur le

trait de projection horizontale, une idée juste du relief.

Quelle serait donc la force de l'habitude chez des artistes qui manient si habilement les teintes, s'ils refusaient d'abandonner une méthode vicieuse, et d'appliquer leur art à perfectionner des procédés plus conformes à l'objet premier de la topographie ! Supposé même que l'application des teintes aux lignes de plus grande pente, ou aux courbes de niveau, offre quelques difficultés en elle-même ou par la nouveauté, leur sied-il de les éluder ! ne leur appartient-il pas de les vaincre ! n'ont-elles pas été vaincues déjà par des artistes du premier ordre, à qui la topographie est redevable d'avoir su, les premiers, allier à la rigueur des projections l'effet des dessins les plus soignés, et d'avoir ainsi rattaché la géométrie à la peinture !

On suppose encore, en faveur des projections ou des perspectives inclinées, le cas unique d'une reconnaissance militaire dans lequel le Général n'a besoin que de connaître l'aspect général d'une vallée : dans ce cas, la projection ou la perspective verticale vaudrait mieux. Mais ce cas d'exception arrive-t-il jamais ! quels dispositifs de campement, de marche ou d'attaque, peut-on faire sur une simple vue ! quand le Général n'a-t-il besoin de considérer les choses que sous un seul

aspect ! quand n'est-t-il pas forcé d'évaluer les distances ! quand lui suffit-il de connaître les obstacles qu'il a devant les yeux, et de ne voir qu'à moitié ceux qui sont du côté de l'ennemi ! Une marche; un mouvement de son adversaire, ne peuvent-ils pas, à chaque instant, changer la face des choses et ses projets, exiger la connaissance des autres parties du terrain, et rendre inutile un travail qu'il ne sera plus temps de recommencer !

Sont-ce, en un mot, des tableaux ou des cartes que la topographie doit fournir ! L'artiste a-t-il à craindre que les Généraux aient peine à démêler les traits de ses projections horizontales ! s'ils ne savaient point lire dans celles-ci, à quoi leur serviraient les autres ! Nos Généraux les plus distingués n'ont-ils pas fait toute cette guerre avec des reconnaissances dans lesquelles les officiers d'état-major et du génie, et la plupart des ingénieurs-géographes, n'ont employé que les projections horizontales ! ne préféraient-ils pas même les cartes françaises, italiennes ou allemandes, dans lesquelles cette projection était seule employée !

Faut-il, d'ailleurs, plus de peine et d'habitude pour entendre les projections des montagnes et des rochers, que celles de tous les objets dont le dessin offre la trace ! Sans parler ici des corps

tels que ceux du génie militaire, des ponts et chaussées, &c., dans lesquels on n'enseigne, on ne suit plus depuis long-temps, pour les dessins de toute espèce, que les principes de la géométrie descriptive, ne voit-on pas les artistes, et jusqu'aux ouvriers, se familiariser en peu de temps avec les projections des machines les plus compliquées !

Une dernière considération enfin vient à l'appui de toutes les autres. Si, dans quelques parties du service public, on continuait à confondre les plans de projection ; des corps entiers ne pouvant renoncer à des méthodes plus rigoureuses, depuis long-temps éprouvées, et sans lesquelles ils ne sauraient remplir le but de leur institution, il faudrait renoncer au projet même dont la Commission s'occupe, à celui de rendre les cartes uniformes, utiles dans tous les cas et communes à tous les services.

La Commission ferme ici cette discussion qu'elle a cru devoir prolonger, afin que des artistes dignes d'estime ne persistent point, faute de connaître les développemens qui précèdent, dans une méthode défectueuse, et ne restent pas en arrière des progrès que la science a faits.

Elle est d'avis, d'ailleurs, que jamais, à l'avenir, on ne mêle, sur le même plan, des projections de différente nature, et qu'on cesse de former le trait

trait des montagnes par leurs contours apparens, projetés ou mis en perspective sur des plans inclinés, rabattus ensuite, et se confondant avec le plan horizontal.

Le service de la marine paraît seul commander une exception à ce principe rigoureux. Le pilote a fréquemment besoin de trouver, dans les arrachemens des continens et des îles que présentent les cartes hydrographiques, des points ou des objets d'une forme remarquable, tels que les tours, les phares, les rochers, les hauteurs, dont les cimes dominent les côtes; ces points de repère lui servent à reconnaître les directions des courans, le gisement des écueils, les passes, les entrées des rades, des ports et des rivières : on a coutume, pour les rendre plus faciles à retrouver, de les représenter en projection perspective ou verticale, rabattue sur le plan des côtes. La Commission remarque que les marins n'ont pas seulement besoin de connaître avec précision la forme, mais aussi les situations horizontales des objets qui déterminent les directions des vaisseaux : elle pense donc qu'il sera plus avantageux quelque jour, pour le service même de la marine, de laisser ces objets en projection horizontale, sur le plan des côtes, et de joindre en marge, sur de petits plans séparés, les projections ou les vues de ces points

de remarque ; mais elle convient en même temps qu'il n'est pas possible de changer tout-à-coup un usage généralement reçu, et qu'une innovation trop prompte dans les signes pourrait occasionner des méprises funestes. Il est donc nécessaire, du moins pour quelque temps encore, de conserver, dans les cartes hydrographiques, l'usage de quelques projections verticales sur le plan des côtes. Mais la Commission regarde cette représentation comme un signe conventionnel, obligé dans ce service, inutile dans les services de terre, et qui ne doit point tirer à conséquence : elle considère l'usage de ces signes comme un passage nécessaire à une meilleure méthode. Elle invite les officiers et les ingénieurs de la marine à se servir des moyens que leurs emplois, leur instruction et leur zèle pour les progrès mêmes de la géographie leur suggéreront, afin de ramener peu à peu les cartes hydrographiques à l'unité de projection. Parmi ces moyens, il en est un que la Commission croit infaillible. Il consisterait à placer, sur le plan horizontal des objets de remarque exprimés comme tout le reste de la côte, des papillotes qui donneraient les projections verticales des mêmes objets. Ces projections seraient aussi tracées en marge de la carte, pour parer aux accidens qui détacheraient et feraient disparaître les

papillotes, mais sur-tout afin d'accoutumer les yeux des pilotes à considérer les deux espèces de projection sur des plans séparés. Quand on se serait assuré qu'ils ont acquis cette habitude, on supprimerait les papillotes; et la méthode régulière des projections se trouverait tout établie.

§. VIII.

Examen des deux autres méthodes.

LA Commission, d'accord sur l'unité de projection, n'avait plus qu'à choisir entre les deux autres moyens d'exprimer les montagnes ; savoir, les courbes de niveau, et les lignes de plus grande pente.

Les courbes de niveau sont difficiles à déterminer autrement que par des nivellemens rigoureux ou approximatifs. Il faudrait, pour les évaluer à la simple vue avec quelque justesse, pouvoir planer sur le terrain. En cheminant autour des hauteurs, l'œil souvent parcourt autant de plans de niveaux différens qu'il y a de points sur la circonférence des montagnes. Quelle difficulté d'estimer sa position relativement au plan imaginaire de comparaison auquel on rapporte les autres plans horizontaux par lesquels on suppose que le terrain est coupé ! On sait, d'ailleurs, avec quelle facilité l'œil se trompe sur les évaluations des objets situés dans un plan horizontal, et quelles erreurs

résultent de l'abaissement ou de l'élévation du rayon visuel par rapport à ce plan.

Les lignes de plus grande pente, ou de la chute des eaux, offrent, sur les courbes de niveau, l'avantage de représenter un effet naturel dont l'œil est témoin à chaque instant, et qui rappelle la cause générale, sinon de la formation, au moins de la figure et des accidens des montagnes. Cet effet est un moyen d'évaluation et de vérification. On peut toujours saisir d'un même coup d'œil les lignes de plus grande pente, qui, lors même qu'elles sont à double courbure, ont leurs extrémités dans des plans verticaux fort rapprochés.

Ces propriétés, la promptitude avec laquelle on peut, par une opération de l'esprit presque simultanée, rapporter ces lignes au plan vertical qui passe par l'œil, et au plan horizontal de projection; tout enfin détermine la Commission à préférer leurs projections pour le trait des montagnes à surface continue, sans préjudice des arêtes de rencontre que ces surfaces pourront faire entre elles; arêtes dont les projections se feront à l'ordinaire, et n'offrent d'ailleurs aucune difficulté.

Mais les courbes de niveau n'ayant rien qui altère l'unité de projection, elle n'a pas le même motif de les exclure que les courbes de contour apparent : elle est d'avis seulement qu'on réserve

les courbes de niveau pour les besoins spéciaux des divers services, et pour les cas où il est plus avantageux de les employer, comme dans les plans de site et de défilement des places.

Relativement aux lignes de plus grande pente, la Commission adopte encore, comme une règle importante, la proposition du C.en Chrestien, de les projeter dans tous les cas, de les réduire seulement aux lignes les plus caractéristiques, et de donner moins de force au trait de projection, quand on se propose de faire les teintes au lavis et non point à la plume.

Un dessin du capitaine Clerc, dans lequel les lignes de plus grande pente sont projetées sur les trois plans coordonnés, et réduites à celles qui caractérisent le terrain, achève de prouver à la Commission que cette méthode de hachure peut s'appliquer à toutes les projections, que seules elles donnent déjà une idée juste des accidens des montagnes, et que ces lignes, réduites au nombre nécessaire, projetées d'ailleurs par un trait léger, peuvent, comme tout le reste du trait, servir de base au lavis des cartes, de guide au graveur, et de repère au dessinateur lui-même.

La Commission desire que ce modèle, ou tout autre exemple élémentaire de la triple projection des lignes de plus grande pente, soit remis par le

capitaine Clerc, pour être gravé et publié dans le Mémorial.

§. IX.

De la projection des rochers et des autres objets.

Le trait des montagnes ainsi décidé, celui des rochers ne présentait plus de difficultés : la Commission est d'avis qu'on ne les projette désormais que par le tracé horizontal de leurs arêtes, de leurs fissures, de leurs accidens de toute espèce, en exprimant selon l'échelle toutes ces lignes, ou seulement les linéamens principaux.

Les parties arrondies de terrain qui s'y trouveraient interceptées, ne peuvent être considérées que comme des portions de montagne ou des ondulations du sol, que l'on rendra par les projections des lignes de plus grande pente.

Tout le reste du trait, même celui des arbres, ne peut arrêter, tant que l'échelle ne réduit pas les arêtes qui terminent les plans ou les surfaces des corps, à des dimensions trop petites; leur expression rentre alors dans le domaine des signes conventionnels : dans les autres cas, la géométrie descriptive et la stéréotomie fournissent tous les moyens de les évaluer.

La Commission pense, d'ailleurs, que le trait doit être le plus léger qu'il est possible ; qu'il faut ne décrire avec plus de force les lignes par lesquelles on indique le côté de l'ombre, qu'autant

qu'elles ne nuiront pas à l'effet des teintes, ou que la carte devra rester au simple trait.

Les gravures ne comportent qu'une couleur pour le trait.

Les dessins-minutes ou les mises au net peuvent être projetés par des traits de diverses couleurs.

La Commission voit peu de chose à changer, pour les cartes ordinaires, dans les conventions reçues.

Mais elle pense que, dans les dessins très-soignés, on pourrait donner aux traits divers des projections les couleurs mêmes des objets projetés, en évitant d'ailleurs, dans ce moyen de perfection, tout ce qui pourrait nuire à l'effet et à la netteté des teintes et des couleurs.

§. X.

Des divers moyens de donner une idée du relief sur les projections horizontales.

LA Commission discute ensuite les divers moyens de donner sur les cartes une idée du relief.

Les teintes naturelles lui paraissent préférables aux teintes conventionnelles, proposées par le C.en Épailly. Celles-ci sont plus simples; la touche en serait plus facile: mais les teintes naturelles offrent plus de variété et sur-tout plus de ressources; ce sont elles qui, dans les vues et les élévations, donnent du corps, de la vie aux objets; ce n'est que par elles, enfin, que le dessin

des cartes peut acquérir une justesse, une vérité d'effets, semblables à celles du dessin d'imitation.

Tels sont les motifs qui déterminent la Commission à préférer, à recommander l'emploi des teintes naturelles.

Des teintes naturelles.

Elle remarque, avec un de ses membres, que l'effet de la dégradation des teintes est tel, qu'on peut, sur le simple trait, en se servant d'encres ou de couleurs plus ou moins pâles, faire saillir ou rentrer les lignes, et par conséquent indiquer des plans différens. Cette dégradation du trait, resserrée d'ailleurs dans des limites assez étroites pour qu'il soit toujours distinct, est un moyen d'expression et de vérité qu'on peut se ménager dans la gravure et les dessins soignés, ou dans quelques dessins au simple trait.

On peut, dans les teintes, employer une couleur unique ou les couleurs mêmes des objets. La première manière constitue le dessin en général; c'est la seconde qui distingue la peinture. Le desir d'obtenir le plus grand effet possible, doit, pour les cartes comme pour les tableaux, engager à préférer les teintes diversement coloriées: c'est ce motif qui fait que la Commission attache un degré d'intérêt de plus à la perfection des cartes lavées, qu'à celle des cartes à la plume, quoique l'un et l'autre

genre exercent et méritent d'exercer le talent des plus habiles dessinateurs.

En général, la Commission pense que, pour atteindre la perfection, chaque dessinateur doit s'attacher à produire sur les cartes le même effet que ferait un relief parfait du terrain, ou plutôt la nature elle-même revêtue de ses formes et de ses couleurs, mais réduite aux dimensions de l'échelle.

Type d'une carte parfaite.

Cette supposition, en déterminant le but dont il faut approcher, s'il n'est pas permis de l'atteindre, fournit du moins un terme de comparaison pour déterminer quelles doivent être, sur une carte donnée, la force et la dégradation des teintes.

La Commission pense d'ailleurs qu'il sera très-utile, pour rendre plus sensible cette manière d'envisager les cartes, de donner suite à la proposition du C.en Hennequin, de mettre sous les yeux des dessinateurs, des reliefs-modèles de différens sites naturels, accidentés, et dans la construction desquels on approchera le plus possible de la nature.

Les teintes dérivent de la lumière. Le type idéal que la Commission vient d'indiquer, exige, pour que les teintes qu'il s'agit d'imiter soient déterminées, qu'on suppose ce relief ou cette nature ainsi réduite, éclairée par une lumière constante et fixe de position.

On supposera cette lumière telle, qu'il n'en résulte jamais d'oppositions trop heurtées, de teintes trop foncées, trop noires, qui oblitèrent le trait de projection, et sous lesquelles il soit difficile de le distinguer. La lumière sera d'ailleurs, comme dans les tableaux, à la gauche des spectateurs, c'est-à-dire au nord-ouest, le méridien coupant à angle droit le haut et le bas de la carte.

On lui attribuera, selon l'usage le plus général, entre 50 et 65 degrés d'élévation, selon que l'exigeront la hauteur des montagnes, et l'avantage, qu'il est souvent utile de se ménager, de diminuer le nombre ou l'étendue des parties privées de lumière, en faisant raser par une portion des rayons lumineux les saillies de la surface du terrain opposée au point d'où les rayons se projettent.

Dans tous les cas, on prendra pour base le trait de projection, et dans les montagnes, les lignes de plus grande pente; en n'oubliant jamais que les teintes sont un moyen auxiliaire, subordonné à la projection, et qui ne doit jamais la contredire ou la cacher.

§. XI.

Des ombres portées.

DANS tous les cas, la Commission, après avoir entendu les motifs développés par plusieurs de ses

membres, et notamment par le C.en Hassenfratz, est unanimement d'avis qu'on bannisse des cartes les ombres portées.

Il est impossible de déterminer exactement et très-difficile d'évaluer ces ombres, quand elles tombent sur des surfaces gauches, bizarres, accidentées, comme celles que le terrain présente.

Elles ne peuvent, comme dans les dessins des corps réguliers, offrir dans leurs dimensions les moyens de déterminer celles des objets.

Les ombres portées noircissent d'ailleurs le dessin, le couvrent de taches désagréables, cachent le trait, et nuisent à l'effet général de la carte.

Enfin, la nécessité de ne point donner trop de force aux teintes, pour qu'elles ne dérobent et n'oblitèrent jamais le trait de projection, doit seule engager à bannir les ombres portées, qui supposent une lumière plus vive, et par conséquent des teintes plus rembrunies.

§. XII.

Des signes conventionnels en général.

La Commission, après avoir considéré le trait de projection et la manière d'y appliquer les teintes et les couleurs, fixe ses regards sur les signes nombreux par lesquels on supplée à la projection.

Des cotes de niveau.

1.° La Commission met au premier rang les cotes de sonde ou de niveau, et renvoie aux observations qu'elle a faites, en traitant des nivellemens, sur l'importance de ces signes, et sur la nécessité d'en graver des modèles.

Ces modèles lui sont présentés avec une légende instructive, dans le Tableau général des signes conventionnels, rédigé par les C.ens Chrestien et Bartholomé ; et la Commission les adopte.

Des notations du C.en Épailly, pour les degrés de pente et les points de niveau.

2.° Après les cotes de niveau, aucun signe n'est plus propre à fixer les hauteurs relatives, à donner aux lignes de plus grande pente et aux teintes une précision toujours utile et souvent importante, que les deux notations proposées par le C.en Épailly, pour marquer sur les hachures principales les degrés d'inclinaison évalués de cinq en cinq ou de dix en dix, et pour marquer les points de niveau sur les hachures des montagnes accolées.

Elle arrête le dessin-modèle et la légende instructive de ces notations qui lui sont présentés par le C.en Épailly, et dans lesquels il a rempli le but qu'il s'agissait d'atteindre, celui de distinguer les notations et les hachures caractéristiques sur lesquelles on les inscrit, de tous les autres traits et de tous les autres signes employés dans la carte.

La Commission accueille une observation qui lui

est faite par le C.en Muriel, sur l'évaluation des pentes. Elle pense avec lui que les notations du C.en Épailly ne sont pas un moyen exclusif, mais additionnel ; qu'elles ne doivent pas dispenser d'employer les teintes, d'estimer les hauteurs absolues, ni même de prendre, avec les instrumens ordinaires ou des instrumens plus expéditifs, les degrés exacts des pentes, quand on a le temps de le faire.

3.° Le C.en Chrestien présente et la Commission adopte une suite de modèles et une légende instructive sur l'emploi des teintes plates, pour exprimer, sur les dessins-minutes, les différentes natures de terrain et les diverses espèces de culture. Des teintes plates.

La Commission pense, avec le C.en Chrestien et avec plusieurs autres membres, que l'emploi de ces teintes plates ou eaux légères ne doit être considéré que comme un moyen de faire remarquer plus vîte et de faire sauter aux yeux ce que l'on cherche sur les minutes ; qu'on ne doit jamais se dispenser d'écrire sur ces teintes la nature du sol, et de prévenir ainsi les dégradations naturelles ou accidentelles que les couleurs peuvent éprouver.

4.° Ici les C.ens Descotils et Lomet, que la Commission avait invités à faire une suite d'expériences sur la préparation, le mélange et la solidité des couleurs employées dans les cartes, De l'uniformité des couleurs dans les teintes dégradées et plates.

annoncent qu'ils se sont crus dispensés d'entamer ce travail, en apprenant qu'un homme connu par les services qu'il a rendus à tous les arts, à qui nous devons de ne plus demander à l'Angleterre les crayons de mine de plomb, et qui réunit lui-même les talens du peintre à ceux du physicien, s'occupait d'une série d'expériences analogues à celles que desirait la Commission. Ils proposent donc, et la Commission se borne à ce vœu, que le C.en Conté soit invité à ne point perdre de vue cet intéressant travail; à publier, le plutôt possible, le résultat de ses essais, et, s'il est possible, à établir une manufacture de couleurs qui nous affranchisse, sur ce point, du tribut que nous payons encore à l'étranger, et dont la fabrication uniforme, les élémens simples, identiques et fortement combinés, permettent de donner à tous les dessins, des tons uniformes et solides.

En attendant, la Commission se borne à consacrer, dans le choix et l'emploi des couleurs, les résultats d'expérience qui lui sont connus.

Elle entend les C.ens Leroy, Chrestien et Hervet, développer les inconvéniens d'un grand nombre de couleurs; les effets nuisibles, et d'ailleurs plus ou moins rapides, de plusieurs d'entre elles, mais notamment du vert-d'eau, sur le dessin et sur le dessinateur lui-même. Ils insistent sur l'avantage

de n'employer que quatre couleurs; l'encre de la Chine, la gomme-gutte, le carmin et l'indigo. Ces couleurs peuvent se porter par-tout et n'embarrassent jamais : elles fournissent toutes les couleurs mixtes, toutes les teintes dont on peut avoir besoin. Des dessins faits depuis trente ans, et qui ne sont point altérés, prouvent leur grande solidité. Une vue intéressante et des dessins présentés par le C.[en] Leroy, d'autres dessins du C.[en] Chrestien, des cartes de plusieurs autres membres, attestent qu'avec ces couleurs l'artiste peut atteindre à tout l'effet que comporte son talent, dans le trait, les teintes plates ou dégradées, en un mot dans tout ce qui constitue le lavis des cartes.

En conséquence, la Commission est d'avis que ces couleurs soient désormais employées exclusivement, et que cette condition, si importante pour l'uniformité et le bon effet des dessins, devienne, autant que possible, une règle commune à tous les services.

Des autres signes conventionnels.

5.° Le C.[en] Chrestien, dans les dessins-modèles de teinte plate, a varié les sites d'une manière ingénieuse, et les a dessinés, avec son talent ordinaire, de façon à donner des exemples de toutes les espèces de trait, et de l'emploi si varié des signes conventionnels (1).

(1) Des modèles de plans-minutes sont joints au procès-

Le C.en Bartholomé, au nom d'une commission composée de lui et du C.en Bacler-Dalbe, présente le tableau de tous les signes de cette espèce, autres que les teintes plates (1), les notations du C.en Épailly (2), et les caractères relatifs aux mines et carrières.

Ces derniers avaient été proposés par le C.en Hassenfratz : ce sont les mêmes que ceux employés dans la chimie, la géologie et le service des mines; ils ont été réunis au tableau général des autres signes.

Tous ces signes paraissent à la Commission choisis avec intelligence, réduits à leurs moindres termes, et dessinés avec une pureté qui mérite d'être prise pour modèle.

Il paraît à la Commission que ces tableaux, ces exemples, et les légendes qui les accompagnent, ne laisseront rien à desirer.

Elle remarque avec satisfaction que, dans ces signes, on a évité les élévations de toute espèce,

---

verbal, pour montrer l'emploi des teintes plates adoptées par la Commission.

(1) Des modèles de tous ces signes se trouvent aussi parmi les planches.

(2) A la suite du procès-verbal, la Commission a jugé à propos de faire insérer un extrait du mémoire du C.en Épailly, et un modèle de ses notations, dont elle recommande l'adoption comme un moyen auxiliaire, simple et ingénieux.

excepté

excepté celles dont la marine est, pour quelque temps encore, forcée de conserver l'usage; que, dans les signes dont la grandeur ou la forme n'était pas nécessairement arbitraire, on s'est conformé, autant qu'il était possible, à l'échelle et aux lois des projections, en représentant les objets de même nature, par la trace d'un objet régulier choisi dans la même catégorie, et, autant que possible, d'une surface proportionnée.

La Commission approuve la proposition d'employer les teintes sur le trait des signes conventionnels, comme sur celui de la projection.

Mais elle recommande d'éviter les ombres portées: faire exception, en faveur de ces signes, à la règle si bien motivée, qui exclut ces ombres du reste de la carte, ce serait d'abord retomber dans les inconvéniens qui les en ont fait bannir; mais ce serait, de plus, écrire un contre-sens sur la carte, et supposer que le soleil éclaire les petits objets plus que les grands.

§. XIII.

Des écritures sur le plan, des légendes et mémoires descriptifs.

LES projections et les signes conventionnels ne suffisent pas toujours, ou ne suffisent pas seuls pour distinguer sur les cartes et les plans les objets si variés dont on s'efforce d'y rassembler les traces. Il est, dans ces objets, des différences que les

projections ou les signes conventionnels ne peuvent exprimer, et pour lesquelles il faudrait admettre, dans ces signes, des nuances, ou qui seraient imperceptibles, ou qui jetteraient dans les caractères du dessin une confusion pénible et contraire au but de ce langage. On emploie alors l'écriture, cet assemblage ingénieux et si peu compliqué de signes connus, simples et réduits au plus petit nombre possible, mais dont les combinaisons presque inépuisables nous suffisent pour exprimer toutes nos pensées.

L'écriture, par rapport à l'objet des cartes et des plans, ne décrit pas les corps d'une manière aussi précise, aussi commode que les projections; mais elle est encore utile dans les mémoires qui les accompagnent, dans les légendes, sur les projections même, pour expliquer ce que celles-ci laissent d'incertain ou ne peuvent exprimer.

Par rapport aux signes conventionnels, si ceux-ci, sans décrire les objets, ont souvent l'avantage d'en rappeler les formes matérielles, souvent ils sont arbitraires; leur expression est toujours plus vague et plus incertaine que les projections; et l'écriture est d'autant plus nécessaire à côté de ces signes, qu'ils sont moins précis et moins perceptibles.

La Commission regarde comme des moyens de perfectionner et d'étendre les connaissances topographiques,

1.° De placer sur les cartes et les plans mêmes, toutes les indications écrites qui ne nuiront point à la netteté et à l'effet du dessin;

2.° De joindre en marge, des légendes dans lesquelles on rejettera les indications que la carte ne pourra recevoir, et de les accompagner de mémoires descriptifs, exprimant tout ce que ne peuvent indiquer les légendes.

Mais jusqu'ici le désordre, l'irrégularité, le mauvais goût, ont, sur un grand nombre de cartes et de plans, décidé le choix, déterminé les proportions, réglé la place et la direction des écritures.

Si les dessins les plus parfaits ne reproduisent aucune de ces fautes, au moins offrent-ils, à cet égard, une variété, une bigarrure qui blessent l'œil, quand ils sont comparés, et qui sont contraires aux lois simples et uniformes des projections.

Le C.en Jacotin, au nom d'une commission composée de lui, des C.ens Chrestien et Bartholomé, présente le tableau général des écritures uniformes et symétriques qu'il convient d'adopter dans tous les services.

Les caractères sont réduits à cinq pour les mots, et à quatre pour les chiffres.

Ce sont,

Pour les mots	la Capitale......	droite.
		penchée.
	la Romaine.....	droite.
		penchée.
	l'Italique.	
Pour les chiffres	l'Arabe........	droit.
		penché.
	le Romain......	droit.
		penché.

Ces caractères seront ceux de la typographie; et dans aucun cas on n'emploiera, sur les cartes soignées, les caractères d'écriture, qui sont plus vagues, et qu'il est toujours plus difficile de rendre purs et uniformes.

On ne fera usage de ceux-ci que dans les reconnaissances militaires et les croquis, dont l'exécution devra être très-rapide. Alors on remplacera

la capitale par la bâtarde, la romaine par la ronde, l'italique par la petite bâtarde.

Les proportions des parties de chaque caractère entre elles, et des caractères les uns à l'égard des autres, seront déterminées par les règles en usage dans la typographie et les modèles ou exemples d'écriture.

Afin d'éviter ce que l'usage laisse encore d'incertain relativement à ces proportions, le C.en Jacotin propose et la Commission adopte un tableau et une légende dans lesquels les rapports des caractères entre eux, et des parties d'un même caractère les unes à l'égard des autres, sont déterminés, pour les caractères typographiques, d'après les impressions les plus fameuses par la grâce et la pureté des formes; et pour les écritures, d'après les exemples au burin des maîtres les plus estimés.

Mais ces proportions pour un même caractère s'appliquent à toutes les grandeurs que l'une de ses dimensions, que sa hauteur, par exemple, peut avoir.

Il s'agissait donc, pour ne rien laisser d'arbitraire, de déterminer pour chaque ordre, chaque espèce, chaque variété de mots employés dans les cartes, la grandeur des écritures.

Ces grandeurs ne peuvent varier qu'entre un

maximum au-delà duquel les caractères deviennent gigantesques, et un *minimum* au-dessous duquel ils cessent d'être perceptibles.

En prenant le déci-millimètre pour terme de comparaison, le rapporteur propose et la Commission adopte pour limites les grandeurs suivantes :

	Déci-millim.	
Maximum.	300.	[$0^{\text{M}}.03$]
Minimum.	5.	[$0^{\text{M}}.0005$]

Les hauteurs varient entre ces limites, selon les échelles, la nature des mots et celle des caractères qui leur sont consacrés.

Un tableau détaillé présente le calcul tout fait de ces hauteurs pour les mots les plus généralement usités.

La légende qui l'accompagne, donne le type de ces calculs, à l'aide desquels on peut toujours, dans une échelle et pour un mot donnés, déterminer la hauteur des caractères.

Il suffit donc, pour régler les écritures, de ce tableau, de sa légende, et d'une échelle en déci-millimètres.

Mais on peut se dispenser de cette échelle, et obtenir les hauteurs d'écritures sans règle ni compas, au moyen d'un rapporteur ou type en corne, imaginé et gravé par le C.^{en} Bartholomé, et auquel

il a donné le nom de *métrographe* [mesure d'écriture] (1).

La Commission croit que cet instrument ingénieux est d'un emploi facile et commode, et qu'il est avantageux d'en consacrer l'usage.

Elle invite le C.en Bartholomé à le rendre applicable aux besoins de tous les services.

Il en est ainsi des écritures, dont le tableau général, le modèle et la légende, doivent s'appliquer également à tous les besoins.

La Commission vote d'ailleurs la gravure et la distribution de l'instrument qui détermine les hauteurs des écritures, et des types qui règlent leurs proportions.

Elle pense, à l'égard de ces types, que, si l'on se bornait, par économie, à distribuer des planches au lieu de cuivres, il faudrait, à cause du retrait du papier, ne pas s'en reposer sur l'échelle, mais coter les proportions.

Enfin la Commission desire que les tableaux de caractères et leurs légendes, tant ceux qui sont relatifs à tous les services, que ceux qui concernent le dépôt de la guerre, soient publiés, le plutôt possible, dans le Mémorial.

(1) Le nom de *graphomètre* aurait mieux convenu; mais ce nom était déjà improprement donné à un instrument très-connu.

§. XIV.

Des dimensions des feuilles de dessin, de leurs divisions, du retrait du papier, &c.

IL ne restait à la Commission qu'à déterminer, pour les cartes et les plans, les grandeurs des dessins ou des feuilles dans lesquelles on est forcé de les diviser.

Les C.ens Dalbe, Lomet et Épailly, font un rapport sur ce sujet.

Ils rendent compte de la division adoptée au dépôt de la guerre pour les feuilles des cartes topographiques qui ne sont pas assujetties au format actuel de celle de la France par Cassini, et pour les feuilles de cette dernière carte, lors de sa seconde édition.

L'observatoire de Paris est le point d'intersection de la méridienne et de sa perpendiculaire. Ces lignes seront aussi les coordonnées d'après lesquelles on comptera sur la carte de France les distances en longitude et en latitude.

Elles divisent la France en quatre grandes régions, qui, d'après les points cardinaux, prennent les noms de

Nord-Est,
Nord-Ouest,
Sud-Est,
Sud-Ouest.

Des parallèles aux coordonnées subdivisent ces grandes régions.

Cette division est telle, qu'à l'échelle d'un centimètre pour cinq hectomètres, une surface de terrain de vingt-cinq kilomètres sur quarante occupe, dans la carte, une surface de cinq décimètres de haut sur huit de large.

Telle sera désormais la grandeur des feuilles pour les cartes gravées, destinées à représenter la topographie détaillée des contrées étrangères à la France, et la grandeur de celles de la prochaine édition de la carte de la République.

On a, dans cette grandeur, concilié la commodité de la gravure et du tirage avec l'avantage de ne point trop morceler la carte.

La même surface de vingt-cinq kilomètres sur quarante, à l'échelle du levé ou des minutes, c'est-à-dire à celle d'un centimètre pour un hectomètre, occupe sur la carte un espace de vingt-cinq décimètres de hauteur sur quarante de largeur.

On suppose que cette portion de la carte est divisée en cinq bandes par des lignes Est et Ouest, et que ces cinq bandes sont coupées chacune en deux autres par une ligne Nord et Sud.

Ces dix parallélogrammes forment, pour le levé ou la carte-minute, autant de planchettes qui, comme chacune des feuilles de la carte gravée, ont huit décimètres de large sur cinq de haut.

Le rapporteur remarque que ce rapport de

5 à 8, établi pour la topographie détaillée, est applicable, avec quelques modifications, aux feuilles de dessin ou aux planches de plus petites dimensions.

En prenant, en effet, la largeur de ce premier format pour hauteur, et sa hauteur pour largeur, et divisant par moitié la première de ces dimensions par une ligne parallèle à la seconde, on obtient une planche dont la hauteur est à la largeur dans le rapport de 4 à 5, ou une surface de seize centimètres de hauteur sur vingt centimètres de largeur, dimensions au moyen desquelles les planches se raccordent bien avec la justification ordinaire des *in-8.°*, tels que le Mémorial du dépôt de la guerre; ont des marges convenables, ne subissent qu'un seul pli, et conservent un onglet suffisant pour n'être point froissées, quand on les tire sur une demi-feuille de papier *petit-raisin.*

En doublant la hauteur, on obtient une planche double en surface, également commode, et dont les dimensions rentrent dans le rapport de 5 à 8.

Les dessins-modèles du C.en Chrestien, mis dans le format adopté, de seize centimètres de hauteur sur vingt centimètres de largeur, prouvent que les dimensions proposées conviendront parfaitement à tous les autres dessins-modèles que la Commission desire publier.

La Commission adopte ce format et celui dont la hauteur est double, pour les dessins-modèles qui doivent être gravés à l'appui de ses délibérations.

Elle desire que les divers services adoptent, pour les ouvrages analogues au Mémorial qu'ils rendront publics, un format d'impression à-peu-près semblable; et pour les planches, les cadres dont il vient d'être question, et qui seront désormais ceux des planches du Mémorial.

Elle engage tous les services à prendre, autant que possible, pour les plans et les cartes qu'ils feront lever, dessiner ou graver, les grandeurs adoptées par le dépôt.

Il lui paraît utile de rendre communes à toutes les cartes qui se divisent en feuilles, les séries de numéros et de tous les autres signes de repère adoptés au dépôt pour les feuilles de la prochaine édition de la carte topographique de la France : elle invite, en conséquence, le Général directeur du dépôt de la guerre, à faire insérer dans le Mémorial une notice détaillée sur cet objet d'ordre et d'uniformité.

Peut-être sera-t-il avantageux à quelques services, et commode pour chacun d'eux en bien des cas, d'adopter le parti qu'a pris le conseil des mines, de faire tracer sur toutes les cartes ou projections dont il fait usage, des carreaux formés par des lignes déliées, et dont les côtés, suivant

l'échelle, contiennent un nombre rond, et, autant que possible, un nombre décimal de telles ou telles mesures métriques.

La Commission trouve que ce réseau qui, sur les cartes, représenterait des méridiennes et des perpendiculaires plus rapprochées, peut remplir, sans confusion, sur la plupart des dessins topographiques, l'objet que le conseil des mines s'est proposé dans les siens, celui de donner facilement, et sans recourir à l'échelle, la plupart des mesures et des évaluations dont on a besoin.

En conséquence, elle est d'avis que cette méthode soit appliquée, et que des carreaux de ce genre soient tracés sur l'un des modèles topographiques qui seront publiés.

La Commission est également d'avis qu'il soit fait, selon la proposition du C.[en] Dalbe, une suite d'expériences et d'observations sur le retrait du papier et sur la possibilité d'en tenir compte dans la gravure. En attendant, elle pense qu'on doit continuer de graver les dimensions exactes, sauf à coter en certains cas les plus importantes.

§. XV.

Commission chargée d'exécuter à loisir des modèles généraux de topographie.

LA Commission, pour compléter ces modèles, charge les C.[ens] Chrestien, Clerc et Bartholomé, de rédiger, sur les échelles principales, des exemples de cartes-minutes, de cartes mises au net, et

de cartes destinées à la gravure, dans lesquels on trouve réunis, les accidens variés que le terrain peut offrir, tous les moyens d'expression que comporte la topographie, et plus spécialement l'application des avis et des remarques de la Commission sur les diverses parties de cet art.

§. XVI.

Impression au Mémorial du dépôt de la guerre, des travaux de la Commission.

LA section topographique du Mémorial pouvant être considérée comme un recueil ouvert à tous les travaux qui tendent à perfectionner la topographie, la Commission desire qu'on y publie, le plutôt possible, le procès-verbal de ses conférences, les dessins-modèles qu'elle vient d'arrêter, les légendes, tableaux, instructions ou notices qui les accompagnent.

Distribution des numéros aux divers services.

Il serait important que les numéros topographiques du Mémorial fussent répandus dans les différens services, et distribués dans les dépôts de plans et papiers établis auprès des officiers ou agens supérieurs de ces services, de manière que chaque chef puisse les communiquer facilement aux ingénieurs qui sont sous ses ordres.

Et, réciproquement, il importe que les officiers ou les agens des différens services veuillent bien faire insérer dans le Mémorial, et rendre aussi communs à tous les corps, les résultats de leurs

travaux et de leurs recherches, qui pourront contribuer à la perfection de la topographie.

§. XVII.

Réunion en un même ouvrage des travaux de la Commission.

MAIS les numéros topographiques du Mémorial comprenant aussi tout ce qui concerne la topographie appliquée, c'est-à-dire, des reconnaissances, des descriptions et des cartes de telle ou telle portion de pays, et tout ce qui tient à la partie historique et critique de cette branche de la géographie, il convient de tirer à plus d'exemplaires, et de conserver en feuilles, le procès-verbal des conférences de la Commission, les mémoires, notices, légendes instructives, tableaux et autres dessins qui s'y rapportent, afin d'en faire plus tard, avec les planches des dessins-modèles, un ouvrage séparé, moins volumineux et plus portatif, que puissent acheter ceux qui ne voudraient ou ne pourraient pas acquérir la collection des numéros du Mémorial.

En joignant à ce volume les instructions principales qui sont ou seront publiées par le dépôt, sur les levés, les nivellemens et les reconnaissances, on aura, dans un seul ouvrage, tout ce qu'il est le plus nécessaire de connaître sur les opérations et les dessins topographiques.

C'est par ces mesures, c'est en mettant dans le commerce cet ouvrage et les numéros topographiques du Mémorial, que les bonnes méthodes se

répandront, et que les mesures adoptées pour les services publics pourront devenir générales et communes à tous les artistes qui, soit en France, soit dans les autres pays, lèvent, dessinent ou gravent les plans et les cartes.

§. XVIII.

Mesures d'exécution.

LA Commission, parvenue au terme qu'elle se proposait, invite son président à suivre, par tous les moyens que son zèle lui suggérera, l'accomplissement des vœux qu'elle a émis dans la suite de ses conférences.

Clôture des séances.

Elle termine ses séances en exprimant pour dernier vœu celui de voir ses discussions contribuer aux progrès de la topographie, et les productions de cet art augmenter dans la guerre nos moyens de victoire, multiplier pendant la paix les documens de statistique, agrandir une branche importante du commerce et de l'industrie nationale, et se ranger, par leur perfection, sur la ligne des chefs-d'œuvre par lesquels tous les arts se disputent l'honneur d'illustrer le siècle qui commence.

Arrêté et clos à Paris, le mercredi 24 brumaire an 11.

Les membres de la Commission : *signé* le Général directeur du dépôt de la guerre, *Sanson.* Le chef de brigade du génie, *Pascal-Vallongue. Bacler-Dalbe. Leroy. Barbié-Dubocage.* Le chef

de bataillon du génie, *Alex. Allent. Hervet. Chanlaire*, chef de division à l'administration générale des forêts. *Decaux*, directeur du dépôt des colonies. *Lesage*, ingénieur en chef, inspecteur de l'école des ponts et chaussées. *Lomet*, adjudant-commandant, chef de la 4.e division du ministère de la guerre. *Chrestien*, ingénieur en chef au dépôt des relations extérieures. *Hennequin. Clerc*, capitaine de sapeurs. *Jacotin*, chef du bureau topographique de l'Égypte. *Muriel*, chef de bataillon. *Bartholomé. Collet-Descotils*, inspecteur des mines. *Épailly*, chef de section, chargé de la rédaction de la carte de Souabe. *Prony*, membre de l'Institut national, directeur des ponts et chaussées. *Hassenfratz*, inspecteur général des mines.

En marge est écrit : Approuvé. Le ministre de la guerre, *signé* Alexandre BERTHIER. Le ministre des finances, *signé* GAUDIN. Le ministre des relations extérieures, *signé* Charles-Maurice TALLEYRAND. Le ministre de l'intérieur, *signé* CHAPTAL. Le ministre de la marine, *signé* DECRÈS.

Pour copie conforme :

Le Général de brigade du génie, directeur du dépôt général de la guerre, signé SANSON.

CHAPITRE IV.

CHAPITRE IV.

GRAVURE.

NOTICE sur la Gravure topographique et géographique.

ARTICLE I.er

HISTORIQUE ET PROGRÈS DE L'ART DE LA GRAVURE TOPOGRAPHIQUE.

LES travaux des géographes perdraient une grande partie de leur utilité, si l'art de la gravure ne venait à leur secours pour en multiplier et en perpétuer les résultats, et les faire servir à l'instruction publique. Cet art, émule de l'imprimerie, ne paraît point avoir été connu des anciens, tel du moins qu'il existe maintenant en Europe.

On assure que Thalès de Milet a gravé sur une table d'airain la figure de la terre; mais il ignorait encore, ainsi que ses contemporains, l'art de la multiplier au moyen de l'impression. Ce ne fut que bien des siècles après, que, la gravure en bois ayant été inventée, on vit paraître

les premiers essais d'impression : l'époque de cette intéressante découverte paraît ignorée ; le temps a couvert d'un voile impénétrable l'origine de la plupart des premières et des plus importantes connaissances de l'homme.

Gravure en bois. Il paraît que les Chinois ont été des premiers à connaître et à pratiquer l'art de la gravure en bois. Il existe dans ce moment, au Dépôt de la guerre, un de leurs ouvrages en ce genre ; c'est un exemplaire sur papier chinois, d'une mappemonde d'une très-grande proportion. Le travail lourd et grossier de cette gravure se rapproche singulièrement de celui des gravures géographiques en bois qui ont paru en Europe vers le milieu du seizième siècle, comme celles de *Jean Honterus*, *Sébastien Munster*, &c.

En 1543, on publia une édition de l'ouvrage de *Caïus Julius Solinus*, intitulé *Polyhistor, seu Rerum toto orbe memorabilium Thesaurus locupletissimus*, dans laquelle on trouve plusieurs cartes géographiques qui doivent intéresser sous le rapport de la gravure ; on y voit celle-ci dans son enfance. Les cartes dont il s'agit sont sur une petite échelle, qui n'a permis de graver que les noms des capitales des états. L'écriture en est informe : mais la carte de l'Asie majeure offre une singularité et un pas vers le perfectionnement ; car presque tous les

noms ont été imprimés avec des caractères mobiles, indépendans de la planche de bois.

La gravure en bois n'a cependant jamais été perfectionnée pour la géographie : une carte de France, publiée en 1584 par *la Guillotière,* un plan perspectif de Paris, et quelques cartes gravées en Hollande à la même époque, sont du *faire* le plus lourd et le plus dur.

La découverte de la gravure sur métaux, que l'on attribue à *Maso-Finiguerra,* orfévre de Florence, sous le règne de François I.er, eut bientôt fait abandonner, dans la géographie, la gravure en bois, dont la sécheresse semblait se refuser à la délicatesse des traits géographiques : ce dernier genre fut par la suite uniquement consacré aux vignettes des livres.

Gravure sur métaux.

I.re Époque.

Ce n'est véritablement que vers l'an 1560 qu'a commencé la gravure des cartes géographiques sur cuivre et sur étain. Les premiers ouvrages qui ont paru, sont ceux de *Sébastien Munster,* publiés à cette époque, et ceux d'*Ortellius* d'Anvers, vers 1570. *Daniel Speckel* de Strasbourg, et *Meyer* de Bâle, ont fait graver, vers 1576, des cartes du cours du Rhin : ces ouvrages sont informes. Les premières éditions de *Mercator,* gravées vers 1606, sont, à peu de chose près, d'un aussi mauvais style. En général, toute cette première époque de la

gravure géographique n'est remarquable que par son imperfection, la pesanteur et l'âpreté du burin. Mais peut-être doit-on plutôt accuser de ces défauts les dessinateurs de géographie de ces temps-là que les graveurs eux-mêmes; car il était difficile de faire de bonnes gravures d'après les dessins ridicules des premiers géographes.

On se servait souvent de planches d'étain pour la gravure de cette époque, et la majeure partie de l'écriture était frappée avec des poinçons : c'est ainsi que l'on grave encore actuellement la musique.

II.e Époque. C'est vers 1620 que l'on aperçoit quelque amélioration dans la gravure géographique. Les ouvrages que publient en Hollande *Judocus Hondius* et *Paul Merula*, annoncent un changement avantageux dans la gravure, dont les traits deviennent plus réguliers et plus nets. Les progrès sont sensibles dans les ouvrages gravés par *Tavernier*, vers 1630. En 1640 la gravure géographique prend un caractère en France et en Hollande.

On voit paraître à Amsterdam les premières éditions de *Guillaume* et *Jean Blaeu*, et celles de *Jansson*, gravées au burin et enrichies de figures et de vignettes selon le goût du temps. Elles sont remarquables par une netteté et une précision de trait jusqu'alors inconnues.

En France, les *Sanson* d'Abbeville, *Pierre Duval*, &c. publient des ouvrages moins chargés d'inutiles ornemens et plus purs de trait et d'écriture.

Presque toute la géographie qui a été gravée en Europe pendant cette époque, est absolument du même style; les ouvrages d'*Homann*, de *Lotter* et *Seutter* en Allemagne, de *Magini* en Italie, de *W. Hollar* en Angleterre, de *Diego de Astor* en Espagne, &c. ne présentent presque point de différence.

En général, on avait alors pour principe de ne se servir que du burin dans la gravure géographique, ce qui rendait l'ouvrage sec et aride; les eaux des mers et des lacs étaient souvent indiquées par une multitude de points alongés; les côtes étaient relevées par des hachures très-dures; quelques coups de burin suffisaient pour graver une montagne et de gros arbres en élévation; l'écriture était anguleuse et chargée de traits: cette manière ne pouvait convenir que pour la géographie générale, qui était alors la plus usitée.

A la fin du XVIIe siècle, sous le règne où brillèrent d'un nouvel éclat les sciences et les arts, la gravure se perfectionna; celle de la géographie fit aussi des progrès plus rapides: les cartes topographiques, les plans de batailles, &c. commencèrent à paraître. L'usage plus expéditif de *l'eau-forte* IIIe Époque.

devint plus général ; la gravure perdit une partie de sa sécheresse, pour se prêter aux détails multipliés de la topographie.

En France on vit paraître les environs de Paris, gravés en 1674, par *F. Delapointe*, d'après une carte des académiciens ; des plans de batailles gravés par *le Pautre*, *Ertinger*, &c. ; des cartes gravées au commencement du XVIII.ᵉ siècle par *Cordier*, *van Loon*, &c. d'après les dessins des *Jaillot*, *Delisle* et *Sanson*.

En Angleterre, vers 1720, *John Senex* fit faire des progrès à la gravure géographique.

En Hollande et en Allemagne, l'art languit et sembla s'arrêter ; en Italie, il fit peu de progrès : la carte de *Borgonio*, gravée en 1680, est presque toute entière à l'eau forte, mais d'un travail lâche et incorrect.

Les cartes de *Rossi*, publiées dans le même temps, et gravées à Rome par *Antonio Barbei*, sont écrites plus correctement ; mais le travail d'un burin trop dur y domine.

On doit reprocher, en général, à la gravure géographique et topographique de cette troisième époque, trop de négligence, sur-tout dans l'eau-forte des montagnes. La gravure de la topographie exige une grande pureté de trait, et beaucoup de soin dans l'arrangement et la symétrie des tailles :

les graveurs de ce temps-là paraissent s'être entièrement écartés de ce principe, en s'abandonnant trop à une touche pittoresque, qui n'est bonne que pour les graveurs de paysage.

Le perfectionnement de la gravure géographique en Europe date de 1740. Il semble que l'impulsion ait été donnée par les graveurs français, quelques années avant : déjà les ouvrages de *Roussel*, entre autres son plan de Paris, annonçaient un changement avantageux. Bientôt on vit paraître les ouvrages de *Coquart*, *Villaret*, *Poilly*, &c. Les environs de Paris, gravés par l'abbé *de la Grive* et *Riolet*, en 1740, sont exécutés avec précision et netteté. *Delahaye* a gravé, vers 1760, les cartes dites *de Bourcet* : l'eau-forte en est spirituelle et pleine d'effet; mais il y manque peut-être cette régularité dans les tailles qu'il a poussée depuis à un grand point de perfection. Il eut bientôt pour rivaux, *Germain*, *Perier*, *Bourgoins*, *Dupuis*, *Chalmandrier*, &c. La carte de France par Cassini, celle de la Guyenne, celle du canal de Languedoc, &c. attestent leurs talens. Une carte des états de Bourgogne, gravée en 1782 par *Lemonnier*, est sur-tout d'un fini précieux. IV.e Époque.

La célèbre carte *des chasses*, qu'on termine en ce moment au Dépôt de la guerre, semble avoir

porté l'art de la gravure topographique au plus haut degré de perfection : les nombreux travaux qui s'exécutent en même temps sous la direction de cet établissement, vont fournir aux talens distingués de nos graveurs modernes, de grandes occasions de se signaler, et de conserver en ce genre la supériorité qu'ils ont acquise.

La gravure géographique a été aussi plus ou moins perfectionnée dans les autres parties de l'Europe : en Angleterre sur-tout les graveurs se distinguent par la pureté des traits géographiques et la beauté de leur écriture ; cependant ils manquent de correction dans les caractères dits *romains* et *italiques ;* leurs eaux sont d'ailleurs filées d'une manière trop tourmentée et qui nuit au moelleux ; enfin l'eau-forte des montagnes manque aussi de cette pureté qui distingue si éminemment les graveurs français.

Les cartes des comtés, publiées vers 1745, sont d'une belle exécution. *Ashby*, en 1780, a cherché à introduire, dans le superbe ouvrage *Atlantic Neptun*, une nouvelle méthode d'exprimer les montagnes en manière noire à la roulette : mais ce genre n'est bon que pour de la très-grande topographie ; il n'est point susceptible de *fini*, et n'a point d'ailleurs de solidité.

Les Allemands paraissent avoir adopté, depuis

quarante ans, une manière de graver la topographie, qui diffère totalement de celle des autres nations. Leurs traits géographiques sont purs et nets; mais l'écriture est généralement maigre, et par conséquent fatigante à la vue: ce défaut d'ailleurs s'accroît encore par leur manière de rendre la topographie; car toutes leurs cartes sont couvertes de grands bois, d'un travail lourd et noir, qui occasionne de la confusion et empêche de distinguer facilement les positions et l'écriture.

Quant aux montagnes, rarement ils emploient l'eau-forte, qu'ils rendent durement; ils se servent, de préférence, du burin. Les sommités des montagnes, projetées horizontalement, ressemblent (qu'on nous permette l'expression) à autant de taupinières: de longs traits droits, très-espacés, indiquent les pentes générales; des traits plus courts, les parties de détail. Ce travail sec et froid ne produit aucun effet. Les eaux enfin sont filées trop large.

Berlin possède plusieurs bons graveurs dans ce genre, qui a des partisans. Le Théâtre des guerres de Frédéric-le-Grand, petit format, est très-soigné. Les Campagnes du prince Ferdinand en Westphalie sont gravées avec facilité, mais d'un style un peu dur. Le Mecklenbourg, le Magdebourg, la carte de la haute Autriche, gravée à Vienne en

1787, celle du Würtemberg, qu'on publie actuellement, n'offrent rien de remarquable : l'écriture en est maigre, les bois sont très-lourds ; du reste, le trait est pur et gravé avec soin.

Les progrès de la gravure géographique ont été plus lents en Italie que par-tout ailleurs ; et ce n'est que depuis environ trente ans qu'ils ont cessé d'être stationnaires. Les Vénitiens ont quelques graveurs, mais médiocres, ainsi que ceux de Rome : ce n'est qu'à Naples que *Joseph Guerra* se distingue journellement dans la suite des cartes de *Rizzi Zannoni ;* les montagnes sont ébauchées à l'eau-forte et terminées à la pointe sèche, avec autant de goût que le comporte le genre de dessin qu'il doit copier, et qui offre un mélange bizarre de projections horizontales et de perspective.

A Milan, les frères *Bordiga* ont gravé avec goût, et dans un style nouveau, la carte du théâtre de la guerre en Italie par Bacler-Dalbe. Lorsque cette manière sera perfectionnée, elle produira d'heureux résultats pour les progrès de la géographie physique.

On doit reprocher aux graveurs italiens de trop peu soigner leur écriture. Ce défaut tient à leur manière d'ébaucher la lettre ; elle est vicieuse : il est à desirer qu'ils adoptent la méthode française.

On a gravé quelques autres cartes vers la fin du XVIII.e siècle; mais, à l'exception de quelques-unes de celles qui nous viennent des artistes anglais des États-Unis d'Amérique, elles n'offrent généralement rien de remarquable pour l'histoire de la gravure.

ARTICLE II.

PROCÉDÉS EMPLOYÉS DANS LA GRAVURE DES CARTES GÉOGRAPHIQUES ET TOPOGRAPHIQUES.

LA plupart des anciennes cartes géographiques ont été gravées au burin; cet instrument, qui peut produire les plus beaux effets quand il s'agit de graver la figure, semble ne pouvoir atteindre seul à la ténuité et au moelleux des traits multipliés qui doivent exprimer sur le cuivre le dessin topographique : on a adopté maintenant une méthode qui se prête à tout; et la gravure de la géographie et de la topographie est un mélange adroit de burin, d'eau-forte et de pointe sèche.

La gravure d'une carte se divise en cinq opérations principales :

1.° Le trait,

2.° L'écriture,

3.° L'eau-forte des montagnes,

4.° Le filage des eaux,

5.° Le fini.

§. I.er

Le Trait.

L'OPÉRATION du trait, quoique très-simple, est celle qui demande le plus de soins de la part du graveur.

Il faut commencer par calquer, avec une pointe légèrement émoussée, toutes les lignes et points du dessin sur une feuille de papier verni et transparent; la pointe laisse sur le vernis un trait blanc : il faut avoir soin de ne pas entamer le papier.

Cette première opération faite, il faut reporter ce calque sur la planche de cuivre destinée à la gravure, et qui a été préalablement dressée, polie et brunie avec le plus grand soin.

Avant tout, il faut commencer par tracer légèrement sur le cuivre, avec une pointe d'acier, les méridiens et les parallèles; après quoi, la planche ayant été nettoyée avec du blanc d'Espagne, elle doit être couverte de vernis à graver à l'eau-forte.

Ce vernis est un mélange de
Quatre parties de cire blanche,
Cinq parties de colophane,
Deux parties de poix noire,
Une partie de résine.

Pour vernir une planche, il faut la placer sur

un brasier : deux petits étaux de fer sont fixés à ses deux extrémités pour pouvoir la manœuvrer facilement ; elle est suffisamment échauffée, lorsqu'elle peut faire fondre légèrement une boule de vernis qu'on promène dessus, enveloppée dans un morceau de taffetas : le vernis étant fondu, on prend aussitôt un tampon de coton couvert de taffetas, avec lequel, en frappant légèrement et également sur le vernis liquide, on le réduit à l'épaisseur d'une feuille de papier fin.

Il faut éviter de laisser fumer le vernis ; autrement il serait brûlé et deviendrait inutile. Tandis qu'il est encore chaud, il faut se hâter d'élever la planche de cuivre à une certaine hauteur, le vernis en bas : on promène alors dessous une torche composée de morceaux de bougie filée ; on produit ainsi une fumée épaisse qui noircit en peu de temps le vernis. Dans cette opération, la flamme, mais non la mèche, doit toucher le vernis.

Lorsque la planche est tout-à-fait refroidie, on peut s'occuper de décalquer le trait, en renversant sur la planche vernie le calque, qui a dû avant tout avoir été frotté, avec de la poussière de sanguine, du côté qui doit toucher le vernis. L'opération de décalquer se fait au moyen d'une pointe que l'on promène en appuyant légèrement sur tous les traits du calque. Cette pointe imprime

sur le vernis un trait grisâtre qui peut soutenir quelque temps un frottement, mais peu considérable.

Ces opérations préliminaires étant terminées, le graveur exécute le trait géographique, dont il trace tous les contours sur le vernis, avec des pointes d'acier, de différentes grosseurs; il découvre ainsi le cuivre aux-endroits où doit mordre l'eau-forte.

Il y a deux méthodes pour faire le trait des cartes géographiques:

1.° Celle à l'eau-forte,

2.° Celle au burin.

Trait à l'eau-forte.

AUSSITÔT que le graveur a tracé son ouvrage sur le vernis, il passe sa planche à l'eau-forte, qui doit achever de creuser dans le cuivre le travail commencé.

Pour cela, il faut couvrir avec du *petit vernis* tous les accidens arrivés au premier vernis, les faux traits, &c. Ce petit vernis n'est autre chose que du vernis de Venise, épaissi par un peu de noir de fumée; il s'applique avec un pinceau: on entoure ensuite la planche d'un bourrelet de cire à modeler, pour retenir l'eau-forte dont on couvre la planche.

L'eau-forte [acide sulfurique] agit bientôt sur le cuivre, par-tout où il se trouve à découvert; il faut l'enlever plusieurs fois, pour juger de la profondeur à laquelle elle a atteint.

Lorsque l'on juge que l'opération est finie, on se débarrasse facilement du vernis et de la cire, en chauffant la planche et en la frottant avec un peu d'huile.

Trait au burin.

Aussitôt que le graveur a tracé ses contours sur la planche vernie, au lieu de terminer en entier son opération avec l'eau-forte, il fait chauffer la planche de cuivre et enlève le vernis : il trouve alors son trait légèrement gravé sur le cuivre; il termine en creusant ce trait avec le burin.

Cette méthode est sans doute plus longue et plus dispendieuse; mais les tailles du burin, beaucoup plus profondes et plus égales que celles de l'eau-forte, résistent plus long-temps à l'imprimerie.

§. II.

Écriture.

Le trait terminé, la planche est remise au graveur de lettres. Celui-ci doit apporter la plus grande attention dans l'arrangement des mots, afin de

ne pas occasionner de confusion dans leur disposition, ni d'équivoque dans leur application.

Les corps de lettres s'ébauchent avec l'échoppe ou burin quadrangulaire, taillé en biseau au lieu de former la pointe : cette opération exige beaucoup de pratique pour bien *espacer* chaque lettre. On termine ensuite en *tâtonnant* et *liaisonnant* avec des burins losanges.

La lettre terminée, il faut tirer une épreuve à l'imprimerie, pour vérifier et faire corriger les fautes.

Le graveur de lettres est payé au cent de mots, caractère *italique :* une lettre seule, exprimant une abréviation, compte pour un mot; mais aussi le mot le plus long possible ne compte que pour *un.*

Tout mot écrit en *romain,* ainsi qu'en CAPITALE droite ou penchée, en *ronde* ou en *anglaise,* compte pour quatre mots *italiques,* quelque grand ou quelque petit que soit le corps de la lettre.

§. III.

Eau-forte des Montagnes.

LES bons graveurs de montagnes sont peu nombreux : cette partie de la gravure a été longtemps abandonnée à la routine; mais le dessin topographique a été depuis tellement perfectionné, qu'il faut maintenant au graveur de montagnes beaucoup

beaucoup de talent pour rendre parfaitement les effets d'ombre et de lumière, au moyen d'un arrangement bien raisonné de tailles et de points.

La gravure des montagnes se fait toute à l'eau-forte ; on emploie les mêmes procédés que pour celle du trait.

Le graveur de montagnes est aussi chargé de graver les bois.

§. IV.

Filage des Eaux.

Il y a deux manières de graver les eaux de la mer et des lacs.

La première s'exécute au burin : on appelle *filer les eaux*, lorsqu'on trace avec le burin une certaine quantité de traits parallèles et légèrement ondulés, qui suivent exactement les contours des rivages de la mer, des lacs et des cours d'eau.

La seconde s'exécute à la pointe sèche : on appelle *couper l'eau à la pointe sèche*, lorsqu'avec une forte pointe d'acier on trace sur le cuivre, pour exprimer l'eau de la mer et des lacs, une quantité de traits droits, parallèles à l'équateur ; ils partent tous du rivage et vont s'adoucir à quelque distance. Le graveur glisse souvent un autre trait plus fin entre les premiers, près du rivage ; on l'appelle *entre-taille*.

En général, le travail de la *pointe sèche* est très-solide, et donne de la fermeté au cuivre.

§. V.

Le Fini.

Il est presque impossible que les opérations précédentes, sur-tout celles de l'eau-forte, conduisent à des résultats assez parfaits pour que la planche n'ait plus besoin de travail: dans la topographie sur-tout, beaucoup de travail est réservé pour le fini; le pointillé des sables et des campagnes, les hachures des plans, &c. ne peuvent se faire qu'au burin et à la pointe sèche. En général, la pointe sèche est préférable pour le fini; elle est plus solide et en même temps plus moelleuse que le burin.

Instrumens propres à la Gravure.

Le nombre des outils particuliers aux graveurs est peu considérable; il se borne aux suivans:

Des burins carrés;

Idem losanges;

Des pointes dites sèches;

(Ce sont de petits barreaux d'acier, ou même de vieux burins arrondis et aiguisés par une extrémité.)

Des pointes à l'eau-forte de différentes grosseurs;

Des échoppes pour l'eau-forte;

(Ce sont des pointes rondes et taillées en biseau.)

Des échoppes pour la lettre;

(Ce sont des burins quadrangulaires taillés en biseau.)

Des grattoirs triangulaires et quadrangulaires;

Des ébarboirs triangulaires;

Des brunissoirs alongés et de différentes grosseurs;

Des pierres à l'huile pour aiguiser les outils;

Des compas d'épaisseur;

Des marteaux et des tas d'acier pour repousser et dresser le cuivre.

ARTICLE III.

IMPRESSION DES CARTES GÉOGRAPHIQUES.

§. I.er

De la Presse.

LA presse dont on se sert pour imprimer la géographie, est absolument semblable à celle de l'imprimeur en taille douce.

La pression s'opère en faisant passer la planche de cuivre gravée, entre deux rouleaux de bois: ces rouleaux sont maintenus à une hauteur convenable entre deux jumelles; une croix de bois, placée à l'extrémité de l'axe du rouleau supérieur, sert à donner le mouvement de rotation.

Une planche, d'une largeur et d'une longueur proportionnées à celles de la presse, glisse entre les deux rouleaux, qui la compriment fortement : c'est sur cette planche qu'on place la planche de cuivre qu'on veut imprimer.

Les accessoires d'une presse consistent dans les objets suivans :

1.° Un baquet pour tremper le papier, et une table à égoutter ce même papier;

2.° Des langes de drap ou de molleton, qu'on place entre le rouleau supérieur de la presse et la feuille de papier qui doit être imprimée;

3.° Un gril de fer pour chauffer les planches; sa brasière, &c.;

4.° Un marbre à broyer le noir;

5.° Du noir d'impression : le meilleur vient de Francfort;

6.° Des huiles plus ou moins brûlées, appelées *vernis*, pour mêler avec le noir;

7.° Des tampons de vieux linge pour encrer la planche;

8.° Du chiffon de coton pour nettoyer les planches.

§. II.

Méthodes usitées pour l'Impression de la Géographie.

Il y a deux méthodes pour imprimer :

1.° Impression au chiffon ;

2.° Impression à la main.

1.° L'impression au chiffon est la plus en usage pour la géographie générale.

Le noir dont on se sert dans ce cas est plus coulant et broyé avec l'huile la moins brûlée. Lorsque la planche de cuivre, déjà échauffée sur le gril, a été bien encrée avec le tampon, l'imprimeur enlève l'excédant du noir avec un premier chiffon ; il prend ensuite un second chiffon, propre, mais imbibé d'urine, et, le passant rapidement sur toute la surface du cuivre, il achève de le nettoyer, et il ne laisse ainsi de noir que dans les tailles de la gravure.

La planche ainsi préparée est placée aussitôt sur la table de la presse ; on la recouvre de la feuille de papier mouillée, destinée à l'impression, et ensuite de trois langes de molleton : il ne reste plus ensuite qu'à faire passer le tout entre les rouleaux de la presse.

2.° L'impression à la main est plus particulièrement destinée à la topographie.

Le noir doit être plus ferme; l'huile fortement brûlée lui est destinée.

L'imprimeur ne se sert pas, dans ce cas, de chiffon à l'urine; toute la planche doit être nettoyée avec la paume de la main, qu'on dégraisse de temps en temps en la passant sur un morceau de blanc d'Espagne.

L'impression au chiffon est plus expéditive que celle à la main; mais, en revanche, les planches imprimées à la main résistent beaucoup plus long-temps, et les épreuves en sont plus belles (1).

Les planches, après l'impression, sont nettoyées avec de l'huile d'olive, à chaud, ou de l'essence de térébenthine, à froid: mais lorsque le noir, par mégarde, a séjourné trop long-temps dans les tailles, il faut alors faire bouillir la planche, en la couvrant d'eau et de cendre.

§. III.

Impression en couleur.

CETTE manière d'imprimer est peu en usage dans la géographie, et ne peut servir que pour

(1) Plusieurs imprimeurs diffèrent, à cet égard, d'opinion avec l'auteur, et pensent que ce frottement avec la main desséchée avec le blanc d'Espagne, nettoyant, il est vrai, plus parfaitement les parties lisses de la planche, use néanmoins plus vîte les tailles du burin.

quelques petits ouvrages de topographie. Il faut autant de planches de cuivre qu'il doit y avoir de couleurs ; elles sont gravées ordinairement à la manière du lavis, excepté la planche du trait : on les passe successivement sous la presse avec la même feuille de papier.

Ce genre de gravure est peu solide ; et l'on en tire très-peu d'épreuves.

ARTICLE IV.

ADMINISTRATION.

L'INGÉNIEUR-GÉOGRAPHE qui doit faire exécuter un ouvrage, doit préalablement se rendre compte de beaucoup de choses essentielles ; et son examen doit principalement porter sur les objets suivans :

1.° Le choix du cuivre,
2.° Les graveurs de trait,
3.° Les graveurs de lettres,
4.° Les graveurs de montagnes,
5.° Le choix et le format du papier,
6.° L'impression.

§. I.er

Le Cuivre.

LE choix du cuivre est extrêmement important pour l'exécution de la gravure et sa durée.

Le cuivre rouge est le seul dont on puisse se

servir pour la gravure; le cuivre jaune, ou *laiton*, est presque toujours rendu aigre et cassant par l'addition du *zinc*.

Le cuivre rouge en feuille doit être laminé; il est plus ferme et plus égal : il faut écarter celui qui se trouve pailleux ou poreux, et piqué de petits trous.

Les burins perdent leur pointe dans le cuivre aigre ; un cuivre trop doux est bientôt usé à l'impression.

Le cuivre doit être dégrossi avec le grès et l'eau, ensuite adouci avec la pierre-ponce; le charbon, ainsi que le brunissoir à l'huile, perfectionnent le poli.

§. II.

Choix des Graveurs.

Si l'ouvrage est destiné à une édition considérable, on doit faire graver le trait au burin, afin qu'il résiste plus long-temps, et choisir de préférence des graveurs qui ne fassent, pour ainsi dire, que ce genre.

Il faut porter aussi beaucoup d'attention dans le choix des graveurs de lettres; tel ne fait bien que le *romain*, tel autre que l'*italique*, &c. On a déjà vu plus haut la manière de calculer leur travail.

Assez souvent les graveurs de montagnes sont chargés du fini et du filage des eaux. On estime

leur travail par journée : il est plus avantageux ensuite de passer avec eux des marchés à forfait.

§. III.

Qualités et Format du Papier.

Il existe deux sortes de papiers propres à l'impression :

Le papier vélin,

Le papier ordinaire.

Dans chacune de ces sortes de papiers, on retrouve des formats semblables.

Le papier vélin se paye à la livre;

Le papier ordinaire, à la rame de cinq cents feuilles.

L'impression est toujours plus belle sur un papier épais; celui qui est sans colle est le meilleur pour l'impression et fatigue moins le cuivre : mais en général le papier un peu collé, pour la géographie, dure plus long-temps à l'usage, et même est meilleur pour enluminer.

§. IV.

L'Impression.

L'impression doit être considérée sous deux rapports; celui du temps, et celui de la dépense.

Le tirage au chiffon fait gagner presque deux

tiers de temps pour les grands formats et moitié pour les petits; la dépense diminue en proportion.

Le tirage à la main, beaucoup plus long et plus dispendieux, méritera cependant toujours la préférence, parce que l'action du chiffon, et sur-tout de l'urine, use très-vîte les cuivres, tandis que le frottement de la main ne peut produire le même effet qu'après un nombre d'épreuves quelquefois double et triple.

Le tableau suivant donne une connaissance suffisante de ce qui a rapport au papier et à l'impression.

Par BACLER-DALBE,
Ingénieur-Géographe, chef de section.

NOMS des différens formats de papier.	POIDS MOYEN de chaque rame en hectogr.	VÉLIN. — PRIX des 5 hectogr. ou livre de 16 onces.	ORDINAIRE. — Prix de la rame.	DIMENSIONS des FEUILLES.		PRIX de l'impression, à raison de 100 épreuves.		NOMBRE D'ÉPREUVES que peut tirer un ouvrier par jour.	
				Largeur.	Hauteur.	au CHIFFON.	à LA MAIN.	au CHIFFON.	à LA MAIN.
	hect.	fr. c.	fr.	M	M	fr.	fr.		
Grand aigle....	709.	2. 00.	90.	0. 975.	0. 665.	16.	30.	70 ou 80.	25 ou 30.
Colombier.....	435.	2. 00.	70.	0. 845.	0. 570.	12.	20.	90 100.	35 40.
Chapelet.......	391.	2. 00.	70.	0. 800.	0. 580.	12.	20.	100 110.	40 50.
Nom de Jésus...	293.	1. 65.	45.	0. 690.	0. 525.	9.	18.	100 110.	40 50.
Grand-raisin, format Didot....	186.	1. 50.	36.	0. 650.	0. 480.	4.	9.	140 150.	60 70.
Petit-raisin, format ordinaire..	156.	1. 50.	30.	0. 585.	0. 445.	3.	6.	180 200.	80 100.
Carré.........	98.	1. 50.	18.	0. 530.	0. 420.	2.	4.	225 250.	125 140.

SUITE DU CHAPITRE III.

TOPOGRAPHIE.

Des Caractères et des Hauteurs des Écritures pour les Plans et Cartes topographiques et géographiques.

POUR remplir le vœu exprimé dans le procès-verbal de la Commission relative au perfectionnement de la topographie, et parvenir à déterminer les hauteurs et les caractères que les écritures doivent avoir aux échelles adoptées par le Dépôt général de la guerre, on a formé un tableau, par ordre alphabétique, de tous les noms qui peuvent entrer dans les plans et les cartes, et l'on a assigné à chacun d'eux le caractère et la hauteur qu'ils doivent avoir, à chaque échelle, afin de former un ensemble agréable et harmonieux.

Pour se guider dans ce travail, et fixer les noms d'une manière invariable, on a consulté les travaux topographiques et géographiques les plus célèbres, ceux dont la réputation est établie depuis long-temps : ce n'est qu'après les avoir souvent comparés avec la plus scrupuleuse attention, qu'on s'est déterminé au choix du caractère et de

hauteurs qui ont paru les plus convenables aux noms de chaque objet.

Plusieurs objets ont des noms différens, suivant les localités, et ont cependant le même caractère et la même hauteur : alors on a cru devoir les rappeler dans le tableau, à la place que chacun de ces noms doit tenir dans l'ordre alphabétique, tant pour en faciliter la recherche que pour ne laisser aucun doute sur la manière dont ils doivent être écrits. D'autres objets, qui ne portent pas les mêmes noms dans tous les pays, n'ont pu y être tous placés ; mais il sera très-facile de connaître les caractères et les hauteurs qu'ils doivent avoir, en les comparant à ceux avec lesquels ils ont le plus d'analogie.

On n'a pas cru nécessaire d'y insérer généralement tous les noms qui tiennent aux fortifications, et l'on s'est borné seulement aux principaux, attendu que les autres ne s'écrivent que rarement sur les plans, et que l'usage ordinaire est d'en faire le renvoi dans une légende : mais au surplus, si l'on se trouve dans le cas d'écrire ces noms sur le plan même, il sera toujours facile de déterminer aussi par analogie leur caractère et leur hauteur.

Il est des noms dont les dimensions, quoique déterminées, doivent cependant, en certains cas, varier en raison de la grandeur et de l'importance

des objets; tels sont ceux des rues, des places, ceux des états, provinces, pays limitrophes, mers, îles, montagnes, forêts, &c.: mais, malgré cette variation, on a toujours cru devoir leur attribuer une hauteur relative, pour servir du moins de point de comparaison; ce sera alors à l'ingénieur ou au dessinateur à juger du degré d'augmentation ou de diminution que l'objet pourrait exiger. On sent qu'il ne peut être établi de règle absolument fixe; le goût seul peut et doit guider dans ces sortes d'exceptions: mais alors on n'en doit pas moins conserver le caractère indiqué.

Les noms écrits d'après les grandes échelles ne pouvant pas l'être tous sur les réductions, où l'on sacrifie ordinairement les moins importans, si l'on a placé dans le tableau les dimensions de ces noms, c'est parce que, malgré la petitesse de l'échelle, il est quelquefois possible et utile de les écrire, quand le pays, peu peuplé, laisse sur la carte des espaces suffisans.

Quant aux noms des objets en ruines, ils auront la même hauteur que si ces objets existaient dans leur état primitif; mais le caractère devra toujours être incliné.

On a cherché en vain à établir un rapport entre les longueurs des échelles et les hauteurs des écritures, afin d'avoir une base constante pour

déterminer les hauteurs de ces dernières, à une échelle quelconque; on n'aurait pu y parvenir sans manquer au bon goût et sans s'éloigner des divers modèles que l'on a consultés : cependant, pour avoir une donnée approximative qui puisse servir de règle, on trouve ici les hauteurs des noms de villes du premier ordre, aux échelles applicables à la topographie et à la géographie, comprises dans la série de celles qui sont communes à tous les services; ces hauteurs serviront à faire connaître celles qu'on doit donner aux écritures des autres objets, aux échelles où elles n'ont pas été déterminées.

Supposons, par exemple, que l'on ait un plan à faire à l'échelle d'un mètre pour 1000 mètres: la hauteur des noms de villes à cette échelle est de 250 décimillimètres; celle qui, à l'échelle du Dépôt, en approche le plus, est de 190. Ces deux hauteurs sont dans le rapport de 250 à 190, ou de 25 à 19, ou enfin de 4 à 3, à très-peu près (attendu qu'une erreur d'un décimillimètre est ici de nulle importance): ainsi les noms de villages qui ont 75 décimillimètres de haut à l'échelle du Dépôt, en auront 100 à celle d'un mètre pour 1000; et ainsi des autres noms.

Le même exemple s'applique facilement aux échelles de la série, qui sont plus petites que celles du Dépôt. Nous allons maintenant indiquer les

moyens de connaître les hauteurs qu'on devra donner aux écritures d'un plan à une échelle intermédiaire qui, quoique dans la série, n'en serait pas un des termes adoptés.

On choisira d'abord, parmi les échelles du Dépôt, les deux entre lesquelles celle dont il s'agit se trouve immédiatement comprise; ensuite on prendra leur différence, ainsi que celle des hauteurs d'écritures des villes du premier ordre à ces deux échelles; enfin on prendra la différence de l'échelle, soit supérieure, soit inférieure, avec celle que l'on se donne. Comme les différences de hauteur des noms de villes sont à très-peu près dans le rapport des différences des échelles, on fera cette proportion : La différence des échelles supérieure et inférieure est à la différence de la hauteur respective des noms de villes, comme la différence de l'échelle du plan à faire et de l'échelle supérieure ou inférieure est à un quatrième terme. Il faudra retrancher ce quatrième terme de la hauteur donnée par l'échelle supérieure, ou l'ajouter à la hauteur donnée par l'échelle inférieure, selon que l'une ou l'autre de ces échelles aura été combinée avec la nouvelle pour fournir le troisième terme : le résultat sera la hauteur des noms de villes du premier ordre à l'échelle en question; en la comparant ensuite avec les hauteurs des mêmes noms,

noms, données par l'une ou l'autre des échelles qui ont servi de limite, on verra facilement dans quel rapport elle se trouve, et quelles autres proportions il conviendra de donner aux écritures de tous les objets placés sur la carte.

Pour faciliter cette opération, on donne ici un tableau qui renferme une série d'échelles propres à tous les services, la relation de ces échelles avec la grandeur des objets, leurs valeurs en anciennes mesures, la hauteur que doivent avoir les écritures des noms des villes à chaque échelle, et enfin l'application particulière desdites échelles au service du Dépôt.

TABLEAU présentant, avec le développement de la Série générale dans
Types des hauteurs d'Écritures affectés aux Échelles adoptées

N.os des Triades.	N.os des Échelles.	DÉNOMINAT.ons	RAPPORTS avec la grandeur des objets, en Décimales.	RAPPORTS avec la grandeur des objets, en Fractions ordinaires.	VALEURS des RAPPORTS CI-CONTRE exprimés exactement en anciennes mesures.	HAUTEURS en décimil.es du type des écritures ou des noms de villes du 1.er ordre à chaque échelle.
		1 centimètre pour				
	1	5 millimètres.	2.0	2/1	1 pied pour ½ pied.	"
1	2	1 centimètre.	1.0	1/1	1 pied pour 1 pied.	"
	3	2 centimètres.	0.5	1/2	1 pied pour 2 pieds.	"
	4	5 centimètres.	0.2	1/5	14 po. 4 lig. 8 pour 1 t.	"
2	5	1 décimètre.	0.1	1/10	7 po. 2 lig. 4 pour 1 t.	"
	6	2 décimètres.	0.05	1/20	3 po. 7 lig. 2 pour 1 t.	"
	7	5 décimètres.	0,02	1/50	1 po. 5 lig. 28 pour 1 t.	"
3	8	1 mètre.	0.01	1/100	" — 8 lig. 64 pour 1 t.	"
	9	2 mètres.	0.005	1/200	" — 4 lig. 32 pour 1 t.	"
	10	5 mètres.	0.002	1/500	14 po. 4 lig. 80 pour 100 t.	375 "
4	11	1 décamètre.	0.001	1/1,000	7 po. 2 lig. 40 pour *id.*	250 "
	12	2 décamètres.	0.0005	1/2,000	3 po. 7 lig. 20 pour *id.*	190 "
	13	5 décamètres.	0.0002	1/5,000	1 po. 5 lig. 28 pour *id.*	150 "
5	14	1 hectomètre.	0.0001	1/10,000	" — 8 lig. 64 pour *id.*	100 "
	15	2 hectomètr.es	0.00005	1/20,000	" — 4 lig. 32 pour *id.*	75 "
	16	5 hectomètr.es	0.00002	1/50,000	" — 1 lig. 72 pour *id.*	60 "
6	17	1 kilomètre.	0.00001	1/100,000	" — 0 lig. 86 pour *id.*	40 "
	18	2 kilomètres.	0.000005	1/200,000	" — 0 lig. 43 pour *id.*	34 "
	19	5 kilomètres.	0.000002	1/500,000	" — 1 lig. 72 p. 1,000 t.	30 "
7	20	1 myriamètre.	0.000001	1/1,000,000	" — 0 lig. 86 pour *id.*	25 "
	21	2 myriamèt.es	0.0000005	1/2,000,000	" — 0 lig. 43 pour *id.*	21, 25
	22	5 myriamèt.es	0.0000002	1/5,000,000	" — 1 li. 72 p. 10,000 t.	19 "
8	23	1 grade.	0.0000001	1/10,000,000	" — 0 lig. 86 pour *id.*	16 "
	24	2 grades.	0.00000005	1/20,000,000	" — 0 lig. 43 pour *id.*	13, 60

On a pris pour base dans ce Tableau, le travail sur les échelles métriques, fait et adopté Comité central du génie. (*Mémorial de l'Officier du Génie, n.° 1.*)

les termes de laquelle les Services publics doivent choisir leurs Échelles, les particulièrement par le Dépôt général de la guerre.

ÉCHELLES PRISES DANS LA SÉRIE,
PAR LE DÉPÔT GÉNÉRAL DE LA GUERRE.

NUMÉROS d'ordre.	DÉNOMINATION.	APPLICATION AU SERVICE.
		Nota. On n'a pas déterminé le type des hauteurs des écritures pour les neuf premières échelles, parce qu'elles ne servent jamais dans la topographie, et qu'elles ne sont en usage que pour les plans de bâtimens, machines, &c.
	1 mètre pour	
"	500	Profils relatifs aux plans levés à l'échelle n.° 1.
	"	*TOPOGRAPHIE DÉTAILLÉE.*
1	2,000	Plans de villes, bourgs, villages, routes, canaux, places de guerre, fortifications de campagne.
2	5,000	Réductions des plans levés à l'échelle n.° 1.
		TOPOGRAPHIE GÉNÉRALE.
3	10,000	Topographie complète d'un pays, campemens, marches, et itinéraires.
4	20,000	Cartes de reconnaissances d'un pays en temps de guerre; plans de batailles et de combats; réductions de la topographie complète à l'échelle n.° 3.
5	50,000	Gravure de la topographie complète à l'échelle n.° 3.
6	100,000	Gravure de la topographie analogue à celle de la carte de Cassini.
		CHOROGRAPHIE.
7	200,000	Gravure de cartes et plans militaires expédiés; minutes de canevas trigonométriques.
8	500,000	Dessin des réductions de la topographie complète en chorographie; gravure d'*idem* et des canevas trigonométriques.
9	1,000,000	Dessin et gravure de la chorographie n.° 8, réduite en cartes générales d'états, souverainetés et contrées.
		GÉOGRAPHIE.
10	2,000,000	Dessin et gravure pour la carte de chacune des quatre parties du globe.
"	"	
"	"	
"	"	

par le Bureau du cadastre au Ministère de l'intérieur, utilement modifié et appliqué par le

Le tableau en question offre, comme on le voit, à la suite du développement de la série, le rapport des échelles avec les objets; la valeur de ces rapports exprimés en anciennes mesures; la hauteur en décimillimètres que le type des écritures doit avoir à chaque échelle ; enfin, la série des échelles adoptées par le Dépôt général de la guerre, et l'application de chacune d'elles à ses travaux topographiques et géographiques.

Après avoir déterminé les caractères et les hauteurs que les écritures doivent avoir aux échelles du Dépôt, et avoir donné une méthode pour trouver ces caractères et ces hauteurs à une échelle quelconque, nous allons indiquer les dimensions et positions relatives que les lettres doivent avoir, d'après les meilleurs principes : on en trouvera de plus des modèles présentés par le C.^{en} Barthollomé, dans les deux planches 15 et 16 de ce numéro.

Les lettres en capitale droite auront sept parties de haut, et les jambages pleins auront une partie d'épaisseur.

Celles en capitale penchée auront les mêmes dimensions que la capitale droite; mais elles seront inclinées de trois parties, c'est-à-dire que l'extrémité inférieure du jambage sera, vers la gauche,

éloignée de trois pleins de la perpendiculaire abaissée de son extrémité supérieure.

La romaine droite aura cinq parties de hauteur, et les jambages en auront une d'épaisseur.

La romaine penchée aura cinq parties de haut sur deux d'inclinaison, et une d'épaisseur.

L'italique aura sept parties de haut sur trois d'inclinaison, et une d'épaisseur.

La capitale droite et la capitale penchée n'auront jamais de majuscules dans les titres et dans les légendes; toutes les lettres auront la même hauteur: il n'y aura d'exception que pour les noms propres les plus saillans de l'intérieur de la carte; et, dans ces derniers cas, les majuscules auront le tiers en sus.

Les majuscules ou majeures de la romaine droite seront en capitale droite, ayant le double de la hauteur de la romaine.

Celles de la romaine penchée et de l'italique seront en capitale penchée, et auront la même hauteur que celles de la romaine droite.

La variation qui règne dans la largeur des lettres, ne permet pas d'en détailler les dimensions; il suffit de renvoyer, pour cet objet, aux planches dont on a déjà parlé.

Dans la romaine droite et la romaine penchée, les lettres à tête, comme b, d, f, h, k, l, dépasseront les lettres mineures, a, c, e, i, m, n,

o, r, s, t,u, v, x, z d'un corps, c'est-à-dire, qu'elles auront le double de hauteur. Les lettres à queue, comme g, j, p, q, y, auront en dessous le même excédant que les lettres à tête auront en dessus.

Les intervalles entre les mots seront au moins égaux à la hauteur du corps de l'écriture, lorsqu'il n'y aura point de ponctuation; et elles seront de deux hauteurs, lorsqu'il y en aura. Les parties supérieures des points et des accens seront de niveau avec le sommet des lettres à tête.

Dans les écritures ordinaires qui seront employées dans les cartes de reconnaissances ou dans les travaux analogues qui demandent une prompte exécution, on se conformera aux principes suivans, adoptés par les meilleurs écrivains :

La bâtarde aura sept parties de haut, ou sept becs de plume, sur cinq de largeur, et trois d'inclinaison.

La ronde sera droite, et aura autant de largeur que de hauteur, c'est-à-dire, quatre becs sur quatre becs.

L'italienne, ou petite bâtarde, sera faite dans les mêmes proportions que la bâtarde.

La coulée aura les mêmes proportions que l'italienne.

Les lettres majuscules, dans l'écriture ordinaire, auront trois corps de hauteur.

Les grandes lettres, c'est-à-dire, celles à tête et à queue, ne dépasseront les lettres mineures que de sept becs de plume. Les lettres à queue auront un corps et demi en-dessous.

Lorsqu'on sera dans le cas de faire usage des écritures ordinaires, la bâtarde remplacera la capitale; la ronde, la romaine droite; la petite bâtarde ou l'italienne, la romaine penchée; et la coulée, l'italique : mais ces écritures conserveront toujours les hauteurs qu'elles auraient, si elles étaient moulées.

Les chiffres romains droits auront les mêmes proportions que les lettres de la capitale droite.

Les chiffres romains penchés auront celles de la capitale penchée.

Les chiffres arabes droits seront faits dans les mêmes proportions que la romaine droite.

Ceux penchés auront celles de la romaine penchée.

Le 1, le 2, le 0, auront la même hauteur, c'est-à-dire, un corps.

Le 3 aura un corps et deux pleins; le 4, le 5, le 6 et le 8, auront un corps et trois pleins; on donnera deux corps au 7 et au 9. On en trouve d'ailleurs des modèles dans les planches 15 et 16.

Pour compléter tout ce qui vient d'être dit sur les écritures, il nous reste à parler de celles des titres des cartes et plans, de leurs légendes, renvois, notes, observations, tableaux, &c. La variété qui règne dans ces objets ne permet pas de leur assigner des règles précises; on se bornera donc à quelques principes généraux, puisés dans les travaux qui ont le plus de perfection en ce genre.

Il faut considérer d'abord, dans le titre, deux choses, l'emplacement qu'on a pour l'écrire, et l'étendue de la carte ou du plan sur lequel il doit être écrit, afin d'y placer sans confusion les objets qui le composent. Ces objets sont généralement, 1.° l'indication (si c'est un plan ou carte), 2.° le nom du pays que le plan ou la carte représente, 3.° le nom de l'auteur, 4.° sa qualité, 5.° l'année du levé ou de la rédaction.

L'indication doit être en capitale droite, ainsi que le nom du pays. Les détails qui pourront l'accompagner seront en capitale penchée, ou en romaine droite. Dans le premier cas, le nom de l'auteur, qui vient ensuite, doit être en romaine droite, et ses qualités en italique; dans le second, il doit être en romaine penchée, et ses qualités en italique. L'année sera en chiffres romains penchés, dans le premier cas; dans le second, elle sera en chiffres arabes droits. En général, il faut

mettre dans les écritures une opposition de caractères qui les fasse valoir.

Voici le rapport dans lequel les écritures peuvent être entre elles :

L'indication aura. . . . . 6 parties.
Le pays. . . . . 8.
Les détails qui pourront l'accompagner. . . . . 4.
Le nom de l'auteur. . . . . 2.
Sa qualité. . . . . $1\frac{1}{2}$.
L'année. . . . . 3.

Les mots *légendes, renvois, explications, observations, notes, &c.* seront en capitale penchée ; les détails ou discours seront en italique, et d'un quart de la hauteur des mots *légendes, &c.*

Les tableaux seront détachés du plan ou de la carte par deux lignes fines et une grosse au milieu, proportionnée à l'étendue de la carte et du tableau. Le premier mot du titre sera en capitale penchée, et les suivans en romaine penchée, qui aura de hauteur la moitié du premier mot.

Les titres des colonnes simples seront en romaine droite, et leurs subdivisions en petite italique de deux tiers de la hauteur de la romaine.

On ne peut donner de règles pour espacer les lignes ; mais en aucun cas leur intervalle ne sera moindre de la hauteur d'un corps pour la

capitale droite et la capitale penchée, et de deux corps et demi pour les autres caractères.

Tels sont en général les principes qu'on a cru devoir indiquer : mais pour bien faire, il ne suffit pas de ne point s'en écarter ; il faut encore réunir à cette intelligence qui sait au besoin faire fléchir la règle sans la violer, le goût qui s'acquiert par une pratique éclairée. Ces deux qualités sont nécessaires au talent pour mettre dans les écritures cette harmonie qui fait que l'ensemble en est agréable à la vue.

Pour se conformer à ces principes, l'usage des échelles, de la règle et du compas, offrait des longueurs et des difficultés ; le C.en Bartholomé, qui s'est occupé d'y remédier, y a réussi par l'invention du *métrographe*, dont nous allons donner la description et l'emploi.

Description et construction du Métrographe.

CET instrument sera gravé sur une feuille de corne plane et bien transparente ; elle aura la forme d'un parallélogramme de 64 millimètres de hauteur sur 135 de longueur.

Pour le construire, on tracera une ligne de base *AB*, à 4 millimètres du bord inférieur de la feuille : on élevera, sur le milieu de cette ligne, une perpendiculaire *CD* ; sur cette ligne, on

déterminera la hauteur du point *E* à 26 millimètres de la ligne de base, et de ce point, comme centre, on décrira d'abord une demi-circonférence *FGH*, avec un rayon de 30 millimètres; puis une seconde *IKL*, avec un rayon de 32 millimètres : ces deux demi-circonférences produiront une espèce d'archivolte de deux millimètres de largeur, susceptible de recevoir un certain nombre de chiffres. On abaissera ensuite les quatre lignes *IM*, *FN*, *HO*, *LP*, en forme de colonnes, jusque sur la ligne de base *AB* : on répétera ces deux colonnes de droite et de gauche dix fois à côté les unes des autres, en leur conservant toujours la même largeur; elles auront toutes 56 millimètres de hauteur, excepté les deux dernières qui devront en avoir 59, à cause des grandes écritures, et se termineront de droite et de gauche aux points *S* et *T*. Cette préparation étant faite, on additionnera alternativement les hauteurs séparées des vingt-sept premières écritures; on les fixera successivement, par des points, sur la ligne de milieu *CG*, et par ces points on fera passer des parallèles à la ligne de base *AB* : ces parallèles, à la rencontre de la circonférence ainsi que des deux lignes intérieures des premières colonnes, formeront des intersections qui seront déterminées par des trous susceptibles de laisser passer un piquoir fin. On

gravera sur ces colonnes les chiffres désignant les hauteurs des écritures mentionnées dans le tableau; ces chiffres seront à la fois, numéros d'ordre pour l'instrument, et hauteurs des écritures exprimées en décimillimètres. La plus petite hauteur de ces écritures sera de 5 décimillimètres; elle commencera aux intersections *Q* et *R*, et les autres suivront progressivement en augmentant jusqu'à la hauteur de 40 décimillimètres. La même opération sera répétée sur les dix autres colonnes de droite et de gauche, de manière que la plus haute de ces écritures susceptible d'être employée, étant de 300 décimillimètres, devra se terminer à la fin des colonnes *S* et *T*.

On a répété ces colonnes de chaque côté, afin d'avoir, pour chaque hauteur de caractère, deux points correspondans qui établissent sur les plans le parallélisme des écritures.

Pour ne pas avoir continuellement recours au tableau des écritures, l'ingénieur (qui ne lève ses plans-minutes que d'après une seule des échelles du Dépôt de la guerre, et cela pendant la durée d'une campagne) pourrait écrire à l'encre et par abréviation, sur l'instrument, celles dont il aurait besoin le plus communément, telles que les noms des villes, bourgs, villages, hameaux, châteaux, routes, chemins, &c.; à la fin de son travail il

pourrait effacer ces indications, et en substituer d'autres pour un travail qui demanderait une nouvelle échelle.

Usage du Métrographe.

AVEC un crayon aiguisé très-fin, et le grand côté supérieur du métrographe, on tracera une ligne directrice à côté de l'objet dont on veut écrire le nom; on mettra sur cette ligne les deux points supérieurs de l'espace ou de la hauteur qu'on veut donner au nom : puis, avec la pointe du crayon ou avec un piquoir, on marquera les deux points inférieurs; et par ces deux points, avec le côté du métrographe, on fera passer une ligne qui sera parallèle à la ligne déjà tracée; de cette manière l'espace compris entre ces deux lignes représentera la hauteur demandée. Au surplus, le seul usage fera suffisamment connaître combien cette méthode est préférable, pour l'exactitude et la célérité, à celle où l'on emploie la règle et le compas.

TABLEAU

Des Caractères et des Hauteurs, en décimillimètres, des Écritures à employer pour les minutes, mises au net et gravure des Plans et Cartes topographiques, chorographiques et géographiques, et des Reconnaissances militaires, suivant les Échelles adoptées au Dépôt général de la Guerre, en l'an X.

LE TABLEAU des caractères et des hauteurs des écritures est divisé ainsi qu'il suit ;

SAVOIR:

NOMS DES OBJETS À ÉCRIRE.

ÉCRITURES DE LA			
TOPOGRAPHIE de détail......	Caractères.		
	Hauteurs à l'échelle de	1 mètre pour 2,000.	N.° 1.
		1 ——— 5,000.	N.° 2.
TOPOGRAPHIE générale.......	Caractères.		
	Hauteurs à l'échelle de	1 mètre pour 10,000.	N.° 3.
		1 ——— 20,000.	N.° 4.
		1 ——— 50,000.	N.° 5.
		1 ——— 100,000.	N.° 6.
CHOROGRAPHIE..	Caractères.		
	Hauteurs à l'échelle de	1 mètre pour 200,000.	N.° 7.
		1 ——— 500,000.	N.° 8.
		1 ——— 1,000,000.	N.° 9.
GÉOGRAPHIE..	Caractères.		
	Hauteurs à l'échelle de	1 mètre pour 2,000,000.	N.° 10.

OBSERVATIONS.

LE peu d'espace qu'offrent les colonnes du tableau des écritures, a obligé d'employer des abréviations, dont voici l'explication.

POUR LES TITRES des colonnes........ *Car.* désigne les caractères que doivent avoir les écritures, aux échelles dont les numéros sont compris sous la même accolade que le mot *Car.*
Les échelles sont indiquées par leurs numéros.

POUR LES ÉCRITURES...	C. d. signifie	Capitale droite.
	C. p. ———	Capitale penchée.
	R. d. ———	Romaine droite.
	R. p. ———	Romaine penchée.
	Ital. ———	Italique.
POUR LES CHIFFRES...	A. d. ———	Arabes droits.
	A. p. ———	Arabes penchés.
	R. d. ———	Romains droits.
	R. p. ———	Romains penchés.

NOMS DES OBJETS à écrire.	TOPOGRAPHIE de détail.			TOPOGRAPHIE générale.					CHOROGRAPHIE.				GÉOGRAPHIE.	
	Car.	1	2	Car.	3	4	5	6	Car.	7	8	9	Car.	10
A.														
Abatis	R. p.	40	32	R. p.	22	16	13	9	"	"	"	"	"	"
Abbayes	R. d.	40	32	R. d.	22	16	13	9	R. p.	8	7	"	"	"
Aires	Ital.	15	12	Ital.	8	6	"	"	"	"	"	"	"	"
Allées	Ital.	26	21	Ital.	14	10	8	6	"	"	"	"	"	"
Alluvions	R. p.	30	24	R. p.	16	12	9	6	"	"	"	"	"	"
Anses { grandes	R. d.	75	60	R. d.	40	30	24	16	R. d.	13	12	10	Ital.	9
Anses { ordinaires	R. p.	40	32	R. p.	22	16	13	9	"	"	"	"	"	"
Aqueducs	R. d.	19	15	R. d.	10	7	6	5	"	"	"	"	"	"
Arbres de remarque	Ital.	15	12	Ital.	8	6	6	5	"	"	"	"	"	"
Arcades	Ital.	7	6	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Arches	Ital.	7	6	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Archevêchés	C. p.	36	28	C. p.	18	14	11	7	"	"	"	"	"	"
Archipels	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Ardoisières	Ital.	12	10	Ital.	8	7	6	5	C. p.	40	34	30	C. p.	22
Arsenaux	C. p.	30	24	R. d.	16	12	9	6	"	"	"	"	"	"
Ateliers	R. p.	22	18	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Avenues	C. p.	30	24	R. d.	16	12	10	8	"	"	"	"	"	"
B.														
Bacs	Ital.	18	15	Ital.	10	7	6	5	"	"	"	"	"	"
Baies	C. d.	150	120	C. d.	80	60	48	32	C. p.	27	24	20	C. p.	17
Bains { grands	R. d.	30	24	R. d.	40	30	24	18	Ital.	15	13	10	Ital.	9
Bains { petits	R. d.	15	12	R. p.	20	15	12	9	"	"	"	"	"	"
Balises	Ital.	12	9	Ital.	6	6	5	5	"	"	"	"	"	"
Bancs de sable { grands	R. d.	75	60	R. d.	40	30	24	18	R. d.	15	13	10	Ital.	9
Bancs de sable { petits	R. p.	50	40	R. p.	26	20	16	12	"	"	"	"	"	"
Baraques, Châlets	Ital.	12	9	Ital.	6	5	"	"	"	"	"	"	"	"
Barrages	Ital.	19	15	Ital.	10	7	6	5	"	"	"	"	"	"
Barres	R. p.	38	30	R. p.	20	15	12	8	"	"	"	"	"	"
Barrières { de ville	R. d.	30	24	Ital.	16	12	10	8	"	"	"	"	"	"
Barrières { ordinaires	"	"	"	Ital.	16	12	10	8	"	"	"	"	"	"
Bases	R. d.	38	30	R. d.	20	15	12	9	"	"	"	"	"	"
Bassins { grands	R. p.	50	40	R. p.	26	20	16	12	Ital.	9	8	7	Ital.	6
Bassins { petits	Ital.	19	15	Ital.	10	7	6	5	"	"	"	"	"	"
Bastides	Ital.	15	12	Ital.	8	6	5	5	"	"	"	"	"	"
Bastions	R. d.	48	38	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Batailles	Ital.	22	18	Ital.	12	9	7	6	Ital.	6	5	5	Ital.	5
Batardeaux	Ital.	11	9	Ital.	6	5	"	"	"	"	"	"	"	"

NOMS DES OBJETS à écrire.	TOPOGRAPHIE de détail.			TOPOGRAPHIE générale.					CHOROGRAPHIE.				GÉOGRAPHIE.	
	Car.	1	2	Car.	3	4	5	6	Car.	7	8	9	Car.	10
Bateaux, *voyez* Bacs	Ital.	19	15	Ital.	8	7	6	5	"	"	"	"	"	"
Batteries	Ital.	19	15	Ital.	8	7	6	5	"	"	"	"	"	"
Belvedères	Ital.	19	15	Ital.	8	7	6	5	"	"	"	"	"	"
Bivacs ou Bivouacs	Ital.	19	15	Ital.	8	7	6	5	"	"	"	"	"	"
Bois grands	C. p.	95	75	C. p.	50	36	30	20	R. d.	17	15	12	R. p.	10
Bois ordinaires	R. d.	75	60	R. d.	40	30	24	18	R. p.	15	13	"	"	"
Bois petits	R. p.	50	40	R. p.	26	20	15	10	Ital.	8	7	"	"	"
Bordes ou Fermes	R. p.	22	18	Ital.	12	9	7	6	"	"	"	"	"	"
Bordigues	Ital.	15	12	Ital.	8	6	6	5	"	"	"	"	"	"
Bornes	Ital.	15	12	Ital.	8	6	6	5	"	"	"	"	"	"
Bouches d'un fleuve	C. d.	110	90	C. d.	60	45	36	24	C. p.	20	18	15	C. p.	12
Bouches d'une rivière	C. p.	70	55	C. p.	38	28	23	16	R. d.	13	12	9	Ital.	7
Bouches dans les montag.es	R. d.	22	18	R. d.	12	9	7	5	"	"	"	"	"	"
Bouées	Ital.	15	12	Ital.	8	6	5	5	"	"	"	"	"	"
Boulevarts	R. d.	30	24	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Bouques	Ital.	15	12	Ital.	8	6	5	5	"	"	"	"	"	"
Bourgades	R. d.	95	75	R. d.	50	38	30	20	R. p.	17	15	12	Ital.	10
Bourgs	C. p.	95	70	C. p.	50	38	30	20	R. p.	17	15	12	Ital.	11
Boussole (Déclinaison de la)	R. p.	22	18	R. p.	12	12	12	12	Ital.	12	12	12	Ital.	12
Briqueteries	Ital.	19	15	Ital.	10	7	6	5	"	"	"	"	"	"
Brisant	Ital.	19	15	Ital.	10	7	6	5	"	"	"	"	"	"
Broussailles	R. p.	50	40	R. p.	26	20	15	10	Ital.	9	8	"	"	"
Bruyères	R. p.	50	40	R. p.	26	20	15	10	Ital.	9	8	"	"	"
Buttes	Ital.	19	15	Ital.	10	7	6	5	"	"	"	"	"	"
C.														
Cabarets	Ital.	19	15	Ital.	10	7	6	5	"	"	"	"	"	"
Cales	Ital.	19	15	Ital.	10	7	6	5	"	"	"	"	"	"
Camps	R. d.	50	40	R. d.	26	20	15	10	Ital.	9	8	"	"	"
Canaux grands	C. p.	55	45	C. p.	30	22	18	12	R. d.	10	9	7	Ital.	6
Canaux ordinaires	R. d.	45	36	R. d.	24	18	14	10	R. p.	9	8	"	"	"
Caps grands	C. p.	"	75	C. p.	50	38	32	22	C. p.	19	16	14	R. p.	12
Caps ordinaires	R. d.	"	60	R. d.	40	30	26	18	Ital.	15	13	11	Ital.	10
Caps petits	R. d.	50	40	R. p.	26	20	16	10	Ital.	8	7	6	Ital.	5
Carènes	R. p.	25	20	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Carrefours	Ital.	11	9	Ital.	8	6	"	"	"	"	"	"	"	"
Carrières	Ital.	11	9	Ital.	8	6	5	5	"	"	"	"	"	"
Cascades	Ital.	15	12	Ital.	8	6	5	5	"	"	"	"	"	"
Casemates	R. d.	22	18	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Casernes	R. p.	25	20	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"

NOMS DES OBJETS à écrire.	TOPOGRAPHIE de détail.			TOPOGRAPHIE générale.					CHOROGRAPHIE.				GÉOGRAPHIE.	
	Car.	1	2	Car.	3	4	5	6	Car.	7	8	9	Car.	10
Cassines, ou Baraques.....	Ital.	15	12	Ital.	8	6	5	5	»	»	»	»	»	»
Cavernes................	Ital.	15	12	Ital.	8	6	5	5	»	»	»	»	»	»
Cataractes..............	»	»	»	C. p.	60	45	36	24	R. d.	20	18	15	R. d.	13
Cathédrales.............	C. p.	36	22	C. p.	18	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Cavaliers................	R. d.	25	20	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Censes ou Fermes........	R. p.	22	18	Ital.	12	9	7	5	»	»	»	»	»	»
Cercles polaires...........	»	»	»	»	»	»	»	»	R. d.	34	30	25	R. d.	21
Champs, *voyez* Lieux-dits...	R. p.	50	42	R. p.	18	20	17	11	»	»	»	»	»	»
Chantiers...............	R. d.	25	20	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Chapelles...............	Ital.	19	15	Ital.	10	7	6	5	»	»	»	»	»	»
Châteaux... { forts.........	R. d.	50	40	R. d.	26	20	16	10	Ital.	9	8	7	Ital.	6
Châteaux... { Maisons de plaisance...	R. d.	36	30	R. d.	20	15	12	8	Ital.	7	6	»	»	»
Chaumières.............	Ital.	15	12	Ital.	8	6	5	5	»	»	»	»	»	»
Chaussées..............	R. d.	36	30	R. d.	20	15	12	8	R. p.	7	6	»	»	»
Chemins................	Ital.	22	18	Ital.	12	9	7	5	»	»	»	»	»	»
Chemins couverts..........	Ital.	15	12	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Chenal.... { maritime......	R. d.	50	40	R. d.	26	20	16	10	Ital.	9	8	7	Ital.	6
Chenal.... { entre deux jetées.........	Ital.	15	12	Ital.	8	6	5	5	»	»	»	»	»	»
Chiffres														
du cadre. { Degrés.......	»	»	»	»	»	»	»	»	A. d.	34	30	25	A. d.	21
du cadre. { Minutes.......	»	»	»	»	»	»	»	»	A. p.	20	18	15	A. p.	12
du cadre. { Distances aux coordonnées...	A. d.	36	30	A. d.	20	20	20	20	A. d.	20	18	15	»	12
des bandes ou rouleaux. { N.os de la feuille d'atlas dont ils font partie.....	»	»	»	A. d.	100	100	100	100	»	»	»	»	»	»
des bandes ou rouleaux. { N.os des bandes.	»	»	»	R. p.	80	80	80	80	»	»	»	»	»	»
ou N.os des feuilles d'une carte d'assemblage........	»	»	»	»	»	»	»	»	A. d.	34	30	25	A. d.	20
des feuilles d'atlas. { Numéros d'ordre...	A. d.	50	50	A. d.	50	50	50	50	A. d.	50	50	50	A. d.	50
des feuilles d'atlas. { Numéros des feuilles limitrophes......	A. d.	6	6	A. d.	6	6	6	6	A. d.	6	6	6	A. d.	6
pour les cotes... { de distances.......	A. d.	25	20	A. d.	14	10	8	6	»	»	»	»	»	»
pour les cotes... { de hauteurs { exactes...	A. d.	25	20	A. d.	14	10	8	6	A. d.	7	»	»	»	»
pour les cotes... { de hauteurs { relatives.	A. p.	15	12	A. p.	8	7	6	5	A. p.	5	»	»	»	»
pour les cotes... { de sondes.........	A. d.	15	12	A. d.	8	7	6	5	»	»	»	»	»	»
pour les cotes... { de bornes.........	A. d.	15	12	A. d.	8	7	6	5	»	»	»	»	»	»

NOMS DES OBJETS à écrire.	TOPOGRAPHIE de détail. Car.	1	2	TOPOGRAPHIE générale. Car.	3	4	5	6	CHOROGRAPHIE. Car.	7	8	9	GÉOGRAPHIE. Car.	10
CHIFFRES pour les échelles...	A. d.	19	15	A. d.	10	8	8	8	A. d.	8	8	8	A. d.	8
pour les n.os d'ordre des														
états, etc..........	"	"	"	"	"	"	"	"	A. d.	110	90	75	A. d.	60
grands gouvernem.ens contrées, cohortes, archevêchés, etc..	"	"	"	"	"	"	"	"	A. d.	85	72	60	A. d.	50
sénatoreries, départemens, préfectures, provinces, évêchés, etc.....	"	"	"	"	"	"	"	"	A. d.	70	60	48	A. d.	40
sous-préfectures, ou arrondissemens ...	"	"	"	"	"	"	"	"	A. d.	50	44	36	A. d.	30
cantons, ou justices de paix..........	"	"	"	"	"	"	"	"	A. d.	35	30	25	A. d.	21
communes, ou territoires..........	A. d.	150	120	A. d.	80	60	48	32	"	"	"	"	"	"
municipalités......	R. p.	140	110	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
sections territoriales.	"	"	"	A. d.	50	36	30	20	"	"	"	"	"	"
cultures de même nature	A. d.	25	20	A. d.	14	10	8	6	"	"	"	"	"	"
Circonvallation (Lignes de) ..	Ital.	22	18	Ital.	12	9	7	6	"	"	"	"	"	"
Citadelles	C. p.	95	75	C. p.	50	36	30	20	R. d.	16	14	12	Ital.	10
Citernes..................	A. d.	15	12	A. d.	8	6	5	5	"	"	"	"	"	"
Clochers..................	Ital.	10	8	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Clos..................	Ital.	15	12	Ital.	8	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Colonnes milliaires........	R. d.	19	15	R. d.	10	7	"	"	"	"	"	"	"	"
Colonnes départementales...	R. d.	36	25	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Cols de montagnes........	R. p.	50	40	R. p.	26	20	16	12	Ital.	9	8	7	Ital.	6
Commanderies.	R. d.	38	30	R. d.	20	15	12	8	Ital.	7	6	5	Ital.	5
Corps-de-garde	Ital.	15	12	Ital.	8	6	5	5	"	"	"	"	"	"
Coteaux, côtes, côtières....	R. p.	36	30	R. p.	20	15	12	8	"	"	"	"	"	"
Courans	"	"	"	"	"	"	"	"	Ital.	9	8	7	Ital.	6
Couvens.	R. p.	36	30	R. p.	20	15	12	8	Ital.	7	6	5	"	"
Cratères.................	"	"	"	R. d.	12	9	7	6	"	"	"	"	"	"
Croix	Ital.	11	9	Ital.	6	6	5	5	"	"	"	"	"	"
Cures, ou Paroisses.	R. d.	75	60	R. d.	40	30	24	16	Ital.	13	12	10	Ital.	9
D.														
Darses..................	R. d.	25	20	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"

NOMS DES OBJETS à écrire.	TOPOGRAPHIE de détail. Car.	1	2	TOPOGRAPHIE générale. Car.	3	4	5	6	CHOROGRAPHIE. Car.	7	8	9	GÉOGRAPHIE. Car.	10
Débarquemens, Descentes..	Ital.	15	12	Ital.	8	6	5	4	"	"	"	"	"	"
Décombres..............	Ital.	10	8	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Déserts..............	"	"	"	"	"	"	"	"	C. p.	34	30	25	C. p.	20
Détroits..............	"	"	"	"	"	"	"	"	C. p.	34	30	25	C. p.	20
Digues.. { grandes..........	R. d.	36	30	R. d.	20	15	12	8	Ital.	7	6	5	"	"
Digues.. { petites..........	Ital.	11	9	Ital.	6	6	5	4	"	"	"	"	"	"
Division civile ou politique du globe. 1.° en quatre parties..........	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	C. d.	180
2.° en régions, grands états, etc..	"	"	"	C. d.	"	"	"	100	C. d.	90	72	60	C. d.	50
3.° en contrées, états, etc........	"	"	"	C. d.	"	"	"	80	C. d.	75	60	50	C. d.	40
4.° en départemens, préfectures, provinces........	"	"	"	C. d.	"	"	"	72	C. d.	60	48	40	C. d.	32
5.° en sous-préfectures ou arrondissemens.........	"	"	"	C. d.	"	"	"	48	C. d.	45	36	30	C. d.	24
6.° en cantons, justices de paix.....	"	"	"	C. d.	"	"	"	32	C. p.	30	24	20	"	"
7.° en communes ou territoires....	C. p.	150	120	C. p.	60	41	36	24	"	"	"	"	"	"
8.° en municipalités............	C. p.	110	90	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
9.° en sections....	R. d.	75	60	R. p.	40	30	"	"	"	"	"	"	"	"
Donjons..............	Ital.	11	9	Ital.	6	6	5	4	"	"	"	"	"	"
Douanes..............	Ital.	22	18	Ital.	12	9	"	"	"	"	"	"	"	"
Dunes.... { grandes......	C. p.	95	75	C. p.	50	36	30	20	R. d.	17	15	12	Ital.	11
Dunes.... { petites.......	R. p.	36	30	R. p.	20	15	12	8	Ital.	7	6	5	Ital.	5
E.														
Eaux minérales............	R. p.	26	21	Ital.	14	10	9	6	Ital.	5	5	"	"	"
Éboulemens..............	Ital.	15	12	Ital.	8	6	5	4	"	"	"	"	"	"
Échelles..............	C. p.	34	28	R. d.	18	28	18	18	R. d.	18	18	18	R. d.	18
Écluses..............	Ital.	15	12	Ital.	8	6	5	5	"	"	"	"	"	"
Écueils..............	Ital.	15	12	Ital.	8	6	5	5	"	"	"	"	"	"
Édifices, *voyez* Monumens..	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Églises..............	R. d.	25	20	R. d.	14	10	9	6	"	"	"	"	"	"
Égouts..............	Ital.	15	12	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"

NOMS DES OBJETS à écrire.	TOPOGRAPHIE de détail.			TOPOGRAPHIE générale.					CHOROGRAPHIE.				GÉOGRAPHIE.	
	Car.	1	2	Car.	3	4	5	6	Car.	7	8	9	Car.	10
Élévations, Buttes..........	Ital.	19	15	Ital.	10	7	6	5	″	″	″	″	″	″
Embarcadères..............	Ital.	15	12	Ital.	8	6	5	5	″	″	″	″	″	″
Embouchures, *voyez* Bouches.	″	″	″	″	″	″	″	″	″	″	″	″	″	″
Enclaves (d'une commune dans une autre)...........	R. d.	95	75	R. d.	50	38	30	20	″	″	″	″	″	″
Éperons..................	Ital.	15	12	Ital.	8	6	5	5	″	″	″	″	″	″
Épis.....................	Ital.	25	12	Ital.	8	6	5	5	″	″	″	″	″	″
Équateur.................	″	″	″	″	″	″	″	″	C. d.	″	″	30	C. d.	25
Escarpemens..............	Ital.	12	10	Ital.	6	″	″	″	″	″	″	″	″	″
Étangs..... grands.......	C. p.	95	75	C. p.	50	36	30	20	R. d.	17	15	12	Ital.	11
Étangs..... moyens.......	C. p.	48	40	R. d.	26	20	16	10	Ital.	9	8	7	Ital.	6
Étangs..... petits.......	R. d.	22	18	Ital.	12	9	7	5	″	″	″	″	″	″
Évêchés..................	R. d.	30	24	R. d.	16	12	10	7	″	″	″	″	″	″
F.														
Fabriques................	Ital.	19	15	Ital.	7	6	5	5	″	″	″	″	″	″
Falaises.................	R. p.	36	30	R. p.	20	15	12	8	Ital.	7	6	5	″	″
Fanal....................	R. d.	22	18	R. d.	11	9	7	6	R. p.	6	″	″	″	″
Faubourgs................	C. p.	75	60	C. p.	40	30	24	16	R. d.	13	12	10	Ital.	8
Fermes...................	R. p.	22	18	R. p.	12	9	7	6	″	″	″	″	″	″
Flaques d'eau............	Ital.	19	15	Ital.	10	7	6	5	″	″	″	″	″	″
Fleuves... grands.......	C. p.	75	60	C. p.	40	30	24	16	R. d.	13	12	10	R. d.	8
Fleuves... ordinaires.....	R. d.	36	30	R. d.	20	15	12	8	Ital.	7	6	5	Ital.	5
Foires...................	Ital.	11	9	Ital.	6	5	″	″	″	″	″	″	″	″
Fonderies................	R. d.	36	30	R. d.	20	15	12	8	″	″	″	″	″	″
Fondrières...............	Ital.	11	9	Ital.	6	5	″	″	″	″	″	″	″	″
Fontaines.. dans les villes..	R. d.	22	20	″	″	″	″	″	″	″	″	″	″	″
Fontaines.. dans les campagnes......	Ital.	15	12	Ital.	8	6	5	5	″	″	″	″	″	″
Forêts..... grandes.......	C. d.	190	150	C. d.	100	75	60	40	C. p.	34	30	25	R. d.	22
Forêts..... ordinaires.....	C. p.	95	75	C. p.	50	36	30	20	Ital.	17	15	12	Ital.	11
Forges..... grandes.......	R. d.	36	30	R. d.	20	15	12	8	Ital.	7	6	5	Ital.	5
Forges..... petites.......	R. p.	26	21	R. p.	14	10	8	5	″	″	″	″	″	″
Forts....................	C. d.	75	60	C. d.	40	30	24	16	Ital.	13	12	10	Ital.	8
Fortins..................	R. d.	30	24	R. d.	16	12	10	7	Ital.	6	5	″	″	″
Fossés...................	Ital.	11	9	Ital.	6	5	″	″	″	″	″	2	″	″
Fosses...................	Ital.	11	9	Ital.	6	5	″	″	″	″	″	″	″	″
Fours à chaux............	Ital.	11	9	Ital.	6	5	5	5	″	″	″	″	″	″
Friches..................	R. p.	38	30	R. p.	20	15	12	8	″	″	″	″	″	″

NOMS DES OBJETS à écrire.	TOPOGRAPHIE de détail.			TOPOGRAPHIE générale.					CHOROGRAPHIE.				GÉOGRAPHIE.	
	Car.	1	2	Car.	3	4	5	6	Car.	7	8	9	Car.	10
G.														
Galeries (souterrains)	Ital.	11	9	Ital.	6	5	"	"	"	"	"	"	"	"
Glacières	Ital.	11	9	Ital.	6	5	5	5	"	"	"	"	"	"
Glaciers grands	R. d.	55	46	R. d.	30	22	18	12	R. p.	10	9	8	Ital.	7
Glaciers petits	R. p.	38	30	R. p.	20	15	12	8	Ital.	7	6	5	Ital.	5
Glacis	Ital.	11	9	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Golfes grands	C. p.	120	100	C. p.	70	55	46	30	C. p.	25	22	17	C. p.	15
Golfes moyens	C. p.	85	65	C. p.	45	32	28	18	R. d.	15	13	11	Ital.	9
Golfes petits	R. d.	50	40	R. p.	26	20	16	10	Ital.	9	8	7	Ital.	6
Gouffres	Ital.	15	12	Ital.	8	6	5	5	"	"	"	"	"	"
Grèves	R. d.	65	55	R. d.	36	28	22	15	Ital.	12	10	8	Ital.	7
Grottes	Ital.	11	9	Ital.	8	4	5	5	"	"	"	"	"	"
Gués	Ital.	15	19	Ital.	8	6	5	5	"	"	"	"	"	"
Guérites	Ital.	11	9	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
H.														
Hameaux	R. p.	50	40	R. p.	25	20	15	10	Ital.	9	8	7	Ital.	6
Hauteurs, *voyez* Buttes	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Hôpitaux, Hospices	R. d.	38	30	R. p.	20	15	12	8	"	"	"	"	"	"
Hôtelleries, Auberges	Ital.	19	15	Ital.	10	7	6	5	"	"	"	"	"	"
Hermitages	Ital.	15	12	Ital.	8	6	5	5	"	"	"	"	"	"
I.														
Iles en mer, grandes	"	"	"	C. p.	80	10	8	6	"	"	"	"	"	"
Iles en mer, moyennes	"	"	"	R. d.	50	60	48	32	C. p.	28	24	20	C. p.	18
Iles en mer, petites	R. p.	50	40	R. p.	26	38	30	20	R. d.	17	15	12	Ital.	11
Iles de rivière, grandes	R. p.	50	40	R. d.	26	20	16	10	Ital.	9	8	7	Ital.	6
Iles de rivière, petites	R. p.	26	20	R. p.	14	20	16	10	"	"	"	"	"	"
Inondation	R. p.	26	20	R. p.	14	10	8	6	"	"	"	"	"	"
Isthmes	"	"	"	C. p.	"	"	"	40	C. p.	34	30	25	C. p.	21
J.														
Jardins	Ital.	12	10	Ital.	7	6	"	"	"	"	"	"	"	"
Justices	Ital.	12	10	Ital.	8	6	5	5	"	"	"	"	"	"
K.														
Kiosques, *voyez* Belvedères	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"

NOMS DES OBJETS à écrire.	TOPOGRAPHIE de détail.			TOPOGRAPHIE générale.					CHOROGRAPHIE.				GÉOGRAPHIE.	
	Car.	1	2	Car.	3	4	5	6	Car.	7	8	9	Car.	10
L.														
Lacs…… grands ……	C. d.	110	90	C. d.	60	44	36	24	C. d.	20	18	15	C. d.	13
Lacs…… moyens ……	C. p.	70	60	C. p.	40	30	24	16	Ital.	13	12	10	Ital.	8
Lacs…… petits sur les montagnes …	R. d.	22	18	R. d.	12	9	7	6	Ital.	6	»	»	»	»
Lagunes, *voyez* Marais ……	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Landes…. grandes ……	C. p.	»	75	C. p.	50	38	30	20	R. d.	19	15	12	R. d.	11
Landes…. petites ……	R. d.	»	40	R. p.	26	20	16	10	Ital.	9	8	7	Ital.	6
Laisses de haute et basse mer.	Ital.	12	10	Ital.	8	6	5	5	»	»	»	»	»	»
Lazarets……………	R. d.	36	30	R. d.	20	15	12	8	»	»	»	»	»	»
Lettres indicatives des cultures pour les minutes……	R. d.	36	30	R. d.	20	15	12	8	»	»	»	»	»	»
Levées……………	R. d.	36	30	R. d.	20	15	12	8	»	»	»	»	»	»
Lieux-dits d'une section territoriale……………	R. p.	50	42	R. p.	28	20	17	11	»	»	»	»	»	»
Ligne équinoxiale…………	»	»	»	»	»	»	»	»	C d.	»	»	30	C. d.	25
Limites……………	R. p.	36	30	R. p.	20	15	12	8	»	»	»	»	»	»
Lit (ancien) d'un fleuve…	R. p.	36	30	R. p.	20	15	12	8	»	»	»	»	»	»
M.														
Madragues……………	Ital.	15	12	Ital.	8	6	5	5	»	»	»	»	»	»
Magasins……………	Ital.	15	11	Ital.	8	6	5	5	»	»	»	»	»	»
Maisons… de remarque isolées……	Ital.	18	15	Ital.	10	8	6	5	»	»	»	»	»	»
Maisons… de campagne…	R. p.	18	15	R. p.	10	8	6	5	»	»	»	»	»	»
Manufactures……………	Ital.	15	12	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Marais……………	R. p.	50	40	R. p.	26	20	16	10	Ital.	9	8	7	Ital.	6
Marchés, *voyez* Foires……	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Mares……………	Ital.	15	12	Ital.	8	6	5	4	»	»	»	»	»	»
Masures……………	Ital.	12	10	Ital.	8	6	5	4	»	»	»	»	»	»
Méridiennes, Méridiens….	C. d.	110	90	C. d.	60	46	36	24	C. d.	20	18	15	C. d.	13
Mers….. grandes, océan.	C. d.	300	240	C. d.	160	120	95	65	C. d.	55	48	40	C. d.	36
Mers….. ordinaires ….	C. p.	190	150	C. p.	100	75	60	40	C. p.	34	30	25	C. p.	21
Métairies……………	Ital.	22	18	Ital.	12	9	7	5	»	»	»	»	»	»
Métropoles, *voyez* Cathédrales.	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Meulières……………	Ital.	15	12	Ital.	8	6	5	5	»	»	»	»	»	»
Minarets, *voyez* Clochers….	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Mines……………	Ital.	15	12	Ital.	8	6	5	5	»	»	»	»	»	»
Minières……………	Ital.	15	12	Ital.	8	6	5	5	»	»	»	»	»	»

NOMS DES OBJETS à écrire.	TOPOGRAPHIE de détail.			TOPOGRAPHIE générale.					CHOROGRAPHIE.				GÉOGRAPHIE.	
	Car.	1	2	Car.	3	4	5	6	Car.	7	8	9	Car.	10
Môles	Ital.	15	12	Ital.	8	6	5	5	"	"	"	"	"	"
Monastères, *voyez* Couvens	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Montagnes. grandes chaînes	"	"	"	C. d.	90	65	55	36	C. p.	30	28	22	R. d.	20
Montagnes. chaînes second.	"	"	"	C. p.	60	45	36	24	R. d.	20	18	15	R. p.	13
Montagnes. isolées. grandes	C. p.	75	60	C. p.	40	30	24	16	R. d.	13	12	10	R. d.	9
Montagnes. isolées. petites	C. p.	50	40	C. p.	26	20	16	10	Ital.	9	8	7	Ital.	6
Monts	C. p.	50	40	R. d.	26	20	15	10	Ital.	9	8	7	Ital.	6
Monumens. des villes. grands	C. p.	38	30	R. d.	20	15	12	8	"	"	"	"	"	"
Monumens. des villes. ordin.	R. d.	25	20	R. p.	14	10	8	6	"	"	"	"	"	"
Monumens. des villages	R. d.	22	18	R. d.	12	9	7	6	"	"	"	"	"	"
Monumens. isolés	R. d.	22	18	R. d.	12	9	7	6	Ital.	6	6	5	Ital.	5
Mosquées, *voyez* Églises	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Moulins. à vent	Ital.	15	12	Ital.	8	6	5	5	"	"	"	"	"	"
Moulins. à eau	Ital.	15	12	Ital.	8	6	5	5	"	"	"	"	"	"
Moulins. à poudre	Ital.	15	12	Ital.	8	6	5	5	"	"	"	"	"	"
N.														
Notes	Ital.	15	12	Ital.	8	6	5	5	Ital.	5	5	5	Ital.	5
O.														
Obélisques	R. d.	22	18	R. p.	12	9	7	5	"	"	"	"	"	"
Observatoires	C. d.	55	45	C. d.	30	22	18	12	C. d.	12	12	12	C. d.	12
Océan	C. d.	300	240	C. d.	160	120	95	65	C. d.	55	48	40	C. d.	36
P.														
Palais	R. p.	38	30	R. p.	20	15	12	8	"	"	"	"	"	"
Palissades	Ital.	11	9	Ital.	6	6	5	5	"	"	"	"	"	"
Parcs d'artillerie	Ital.	15	12	Ital.	8	6	5	5	"	"	"	"	"	"
Parcs de château. grands	R. p.	50	40	R. p.	26	20	16	11	"	"	"	"	"	"
Parcs de château. petits	R. p.	25	20	Ital.	13	10	8	6	"	"	"	"	"	"
Paroisses, *voyez* Villages	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Parterres	Ital.	15	12	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Passages, Défilés	Ital.	19	15	Ital.	10	7	6	5	"	"	"	"	"	"
Passes. grandes	R. d.	65	55	R. d.	36	27	21	14	R. d.	12	10	8	Ital.	7
Passes. moyennes	R. d.	50	40	R. d.	26	20	16	11	"	"	"	"	"	"
Pâturages, ou Savanes	Ital.	36	30	Ital.	20	15	12	8	"	"	"	"	"	"
Pays limitrophes, *v.* Division.	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Péages	Ital.	11	9	Ital.	6	6	5	5	"	"	"	"	"	"
Pêcheries	Ital.	15	12	Ital.	8	6	5	5	"	"	"	"	"	"

NOMS DES OBJETS à écrire.	TOPOGRAPHIE de détail.			TOPOGRAPHIE générale.					CHOROGRAPHIE.				GÉOGRAPHIE.	
	Car.	1	2	Car.	3	4	5	6	Car.	7	8	9	Car.	10
Pelouses	Ital.	15	12	Ital.	8	6	5	5	»	»	»	»	»	»
Péninsules	Ital.	15	12	Ital.	8	6	5	5	»	»	»	»	»	»
Pépinières	Ital.	15	12	Ital.	8	6	5	5	»	»	»	»	»	»
Perpendiculaires	C. d.	110	90	C. d.	60	46	36	24	C. d.	20	18	15	C. d.	12
Phares, Fanaux	R. d.	22	18	R. d.	12	9	7	6	»	»	»	»	»	»
Pics de montagne	R. d.	38	30	R. d.	20	15	12	8	»	»	»	»	»	»
Places. de villes. grandes	C. p.	36	30	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Places. de villes. ordinaires	R. d.	25	20	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Places. vagues	Ital.	19	15	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Plaines. grandes	C. p.	90	75	C. p.	50	36	30	20	C. p.	17	15	12	R. p.	12
Plaines. ordinaires	R. d.	75	60	R. d.	40	30	24	16	»	»	»	»	»	»
Plages	C. p.	65	50	R. d.	32	24	20	14	R. d.	12	10	8	Ital.	7
Points cardinaux. feuilles d'atlas	C. d.	24	24	C. d.	24	24	24	24	C. d.	24	24	24	C. d.	24
Points cardinaux. plans particuliers	C. d.	65	50	C. d.	32	32	32	32	C. d.	24	24	24	C. d.	24
Points trigonométriques. des minutes	Ital.	30	24	Ital.	16	12	10	7	»	»	»	»	»	»
Points trigonométriques. d'un canevas. 1.er ord.	»	»	»	»	»	»	»	»	C. p.	20	18	15	R. d.	12
Points trigonométriques. d'un canevas. 2.e ord.	»	»	»	»	»	»	»	»	R. d.	13	12	10	Ital.	8
Pôles	»	»	»	»	»	»	»	»	C. p.	27	24	20	C. p.	117
Ponts. en pierre. grands	R. d.	22	18	R. d.	12	9	7	6	Ital.	5	5	5	Ital.	5
Ponts. en pierre. petits	Ital.	15	12	Ital.	8	6	5	5	»	»	»	»	»	»
Ponts. en bois. grands	R. d.	22	18	R. d.	12	9	7	6	Ital.	5	5	5	Ital.	5
Ponts. en bois. petits	Ital.	15	12	Ital.	8	6	5	5	»	»	»	»	»	»
Ponts. de bateaux. grands	R. d.	22	18	R. d.	12	9	7	6	Ital.	5	5	5	Ital.	5
Ponts. de bateaux. petits	Ital.	15	12	Ital.	8	6	5	5	»	»	»	»	»	»
Ponts. levis	Ital.	15	12	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Pontons	Ital.	15	12	Ital.	8	6	5	5	»	»	»	»	»	»
Portes, Barrières	R. d.	30	24	R. d.	16	12	10	7	»	»	»	»	»	»
Ports	R. d.	38	30	R. d.	20	15	12	8	»	»	»	»	»	»
Postes militaires	Ital.	15	12	Ital.	8	6	5	5	»	»	»	»	»	»
Potagers	Ital.	12	10	Ital.	8	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Poteaux	Ital.	12	10	Ital.	8	6	5	5	»	»	»	»	»	»
Prairies	R. p.	50	40	R. p.	26	20	16	10	»	»	»	»	»	»
Précipices	Ital.	15	12	Ital.	8	6	5	5	»	»	»	»	»	»
Presbytères	Ital.	15	12	Ital.	8	6	5	5	»	»	»	»	»	»
Prés	Ital.	22	18	Ital.	12	9	7	6	»	»	»	»	»	»
Prétentions, *voyez* Limites	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Promontoires, *voyez* Caps	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Puits	Ital.	11	9	Ital.	7	6	5	5	»	»	»	»	»	»
Pyramides	C. d.	65	55	R. d.	36	27	21	14	R. p.	12	10	8	Ital.	7

NOMS DES OBJETS à écrire.	Topographie de détail.			Topographie générale.					Chorographie.				Géographie.	
	Car.	1	2	Car.	3	4	5	6	Car.	7	8	9	Car.	10
Q.														
Quais	R. d.	20	16	Ital.	10	8	"	"	"	"	"	"	"	"
Qoartiers, de ville	C. p.	150	120	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Qoartiers, dépendances de commune	R. p.	50	40	R. p.	26	20	16	11	"	"	"	"	"	"
Quinconces	Ital.	11	9	Ital.	7	6	5	5	"	"	"	"	"	"
R.														
Rades.	C. p.	95	75	C. p.	50	38	30	20	C. p.	17	15	12	Ital.	11
Ravins.	Ital.	15	12	Ital.	8	6	5	5	"	"	"	"	"	"
Récifs	Ital.	15	12	Ital.	8	6	5	5	"	"	"	"	"	"
Redoutes.	R. d.	19	15	R. d.	10	8	7	6	"	"	"	"	"	"
Remises, petits bois.	Ital.	15	12	Ital.	8	6	5	5	"	"	"	"	"	"
Remparts.	R. d.	45	36	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Réservoirs.	Ital.	15	12	Ital.	8	6	5	5	"	"	"	"	"	"
Retranchemens	R. p.	22	18	Ital.	12	9	7	6	"	"	"	"	"	"
Rigoles	Ital.	11	9	Ital.	6	5	"	"	"	"	"	"	"	"
Rivières., grandes	R. d.	65	50	R. d.	33	25	20	14	R. p.	11	10	8	R. p.	7
Rivières., ordinaires	R. p.	38	30	R. p.	20	15	12	8	Ital.	7	6	5	Ital.	5
Rochers. en masse	R. d.	45	36	R. d.	24	18	14	10	Ital.	8	7	"	"	"
Rochers. isolés	Ital.	15	12	Ital.	8	6	5	5	"	"	"	"	"	"
Roses de vent.. 1.° points cardinaux	"	"	"	"	"	"	"	"	C. d.	28	24	20	C. d.	17
Roses de vent.. 2.° rumbs du second ordre	"	"	"	"	"	"	"	"	C. p.	20	18	15	C. p.	13
Roses de vent.. 3.° —— du 3.°	"	"	"	"	"	"	"	"	R. d.	17	15	12	R. d.	10
Roses de vent.. 4.° —— du 4.°	"	"	"	"	"	"	"	"	Ital.	8	7	6	Ital.	5
Routes... grandes.	C. p.	45	36	R. d.	24	18	14	10	R. p.	8	8	8	Ital.	6
Routes... ordinaires	R. d.	38	30	R. p.	20	15	12	8	Ital.	7	6	5	Ital.	5
Routes... d'un vaisseau	"	"	"	"	"	"	"	"	Ital.	7	6	5	Ital.	5
Ruines.. caractère penché, mais de même hauteur que celui qu'auraient les objets s'ils existaient	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Rues.	Ital.	25	20	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Ruisseaux	Ital.	19	15	Ital.	10	8	7	6	"	"	"	"	"	"

NOMS DES OBJETS à écrire.	TOPOGRAPHIE de détail.			TOPOGRAPHIE générale.					CHOROGRAPHIE.				GÉOGRAPHIE.	
	Car.	1	2	Car.	3	4	5	6	Car.	7	8	9	Car.	10
S.														
Sables, *voyez* Bancs de sable..	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Sablières ou Sablonnières....	Ital.	15	12	Ital.	8	6	5	5	»	»	»	»	»	»
Salines..... { grandes.......	R. p.	38	30	R. p.	20	15	12	10	Ital.	8	7	6	Ital.	5
Salines..... { petites.......	Ital.	19	15	Ital.	10	7	6	5	»	»	»	»	»	»
Santons, *voyez* Chapelles....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Scieries..................	Ital.	15	12	Ital.	8	6	5	5	»	»	»	»	»	»
Sentiers..................	Ital.	11	9	Ital.	6	6	5	5	»	»	»	»	»	»
Signaux..................	Ital.	11	9	Ital.	6	6	5	5	»	»	»	»	»	»
Sommets, *voyez* Monts......	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Sondes..................	Ital.	11	9	Ital.	6	6	5	5	»	»	»	»	»	»
Sources.. { de fleuves, rivières.	R. d.	26	20	R. d.	14	10	7	6	Ital.	5	4	4	Ital.	4
Sources.. { ordinaires ou fontaines.........	Ital.	15	12	Ital.	8	6	5	5	»	»	»	»	»	»
Souterrains...............	Ital.	12	10	Ital.	8	6	5	5	»	»	»	»	»	»
T.														
Télégraphes...............	R. d.	20	16	R. d.	20	15	12	8	»	»	»	»	»	»
Temples, *voyez* Églises.....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Terrasses.................	Ital.	11	9	Ital.	6	6	5	4	»	»	»	»	»	»
Tertres, *voyez* Buttes.......	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Théâtres..................	R. d.	25	20	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Tombeaux..................	R. p.	20	16	R. p.	12	9	7	6	»	»	»	»	»	»
Torrens..................	Ital.	19	15	Ital.	10	7	6	5	»	»	»	»	»	»
Tours....................	Ital.	19	15	Ital.	10	7	6	5	»	»	»	»	»	»
Trailles, *voyez* Bacs........	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Tranchées.................	Ital.	19	15	Ital.	10	7	6	5	»	»	»	»	»	»
Tropiques.................	»	»	»	»	»	»	»	»	R. d.	34	30	25	R. d.	21
Trous....................	Ital.	11	9	Ital.	6	5	5	5	»	»	»	»	»	»
Tuileries..................	Ital.	12	10	Ital.	8	6	5	4	»	»	»	»	»	»
U.														
Usines.... { grandes.......	R. d.	40	30	R. d.	20	15	12	8	Ital.	7	6	5	Ital.	5
Usines.... { ordinaires.....	R. p.	27	22	R. p.	14	10	8	6	»	»	»	»	»	»
V.														
Vallées...................	»	»	»	C. p.	90	65	55	36	C. p.	27	27	22	R. d.	20

NOMS DES OBJETS à écrire.	TOPOGRAPHIE de détail.			TOPOGRAPHIE générale.					CHOROGRAPHIE.				GÉOGRAPHIE.	
	Car.	1	2	Car.	3	4	5	6	Car.	7	8	9	Car.	10
Vallons.... { grands	R. d.	90	75	R. d.	50	38	30	20	R. p.	17	15	12	Ital.	11
Vallons.... { petits	R. p.	50	40	R. p.	26	20	16	10	Ital.	9	8	7	Ital.	6
Vergers	Ital.	15	12	Ital.	8	6	5	5	"	"	"	"	"	"
Verreries... { grandes.......	R. d.	36	30	R. d.	20	15	12	8	Ital.	7	6	5	Ital.	5
Verreries... { ordinaires.....	R. p.	25	20	R. p.	14	10	8	6	"	"	"	"	"	"
Vigies	Ital.	11	.9	Ital.	6	6	5	5	"	"	"	"	"	"
Villages.... { grands..	R. d.	75	60	R. d.	40	30	24	16	Ital.	13	12	10	Ital.	8
Villages.... { ordinaires.....	R. d.	55	45	R. d.	30	22	18	12	Ital.	10	9	7	Ital.	6
Villes.. { capitales, 1.er ordre.	C. d.	190	150	C. d.	100	75	60	40	C. d.	33	30	25	C. d.	21
Villes.. { 2.e ordre.	C. d	150	120	C. d.	80	60	48	32	C. d.	26	24	20	C. p.	17
Villes.. { 3.e ordre.	C. d.	110	90	C. d.	60	45	36	24	C. p.	20	18	15	R. d.	13
Volcans	C. p.	75	60	C. p.	40	30	24	16	C. p.	13	12	10	R. d.	9

CHAPITRE II.

GÉODÉSIE (SUITE).

Analyse appliquée aux Opérations géodésiques.

AVERTISSEMENT.

Le 1.er numéro du Mémorial du Dépôt général de la guerre a été consacré presque en entier au résumé des méthodes géodésiques, et des opérations de calcul qui s'y rapportent : cependant il laisse à desirer d'autres formules non moins importantes sur le même sujet. Les observations suivantes doivent être regardées comme faisant suite aux matières que ce numéro renferme ; et, pour donner aux théories que j'expose tout le degré de clarté possible, j'ai jugé utile d'entrer dans le développement de leurs démonstrations.

De la Réfraction; Moyen de la déterminer sur la Terre réputée sphérique.

1. L'AIR étant continuellement soumis à l'action de la lumière du soleil, et tenant en dissolution des substances de différente nature, ne peut avoir une densité constante. Un rayon de lumière qui traverse obliquement l'atmosphère, et qui se trouve d'ailleurs attiré progressivement par les

couches voisines de la surface de la terre, est donc forcé de se détourner à chaque instant de la route qu'il suivait dans l'instant précédent : c'est cet effet que l'on nomme *réfraction.*

Si du point A (*figure 1*) on observe un objet terrestre B, le rayon lumineux qui nous en transmet l'image suivra la courbe BDA, et l'objet B sera vu dans la direction de la tangente à cette courbe, c'est-à-dire, en B'; d'où il suit que la réfraction fait en général paraître les objets plus élevés qu'ils ne le sont ; l'angle $B'AB$ mesure donc l'effet de la réfraction (1). La détermination de cet angle va être l'objet de nos recherches.

Soit C le centre de la terre (*figure 2*), A et B deux signaux. Si du point A l'on observe le point B, celui-ci paraîtra en B' par l'effet de la

(1) Nous supposons ici que la courbe de réfraction est à simple courbure, et que son plan est vertical ; mais quelques observateurs, et le C.en Delambre principalement, ont reconnu, dans certain état de l'atmosphère, l'existence d'une réfraction horizontale, dont l'effet, à la vérité, est beaucoup moins sensible que celui de la réfraction verticale, puisqu'il est à peine de quelques secondes. Néanmoins, lorsque le concours de ces deux déviations a lieu, la courbe de réfraction est nécessairement à *double courbure.*

réfraction; de même le point A paraîtra en A', observé du signal B.

Faisons les *distances apparentes* au zénit

$$ZAB' = \delta,\ VBA' = \delta',$$

et les angles de réfraction

$$BAB' = r,\ ABA' = r' ;$$

on aura pour les *distances vraies* au zénit,

$$ZAB = \delta + r = D$$
$$VBA = \delta' + r' = D' ;$$

$$\text{donc}\ ZAB + VBA = \delta + \delta' + r + r' \ldots (1)$$

D'un autre côté, puisque l'angle extérieur d'un triangle vaut la somme des deux intérieurs opposés, on aura

$$ZAB = C + ABC$$
$$VBA = C + BAC ;$$

$$\text{donc}\ ZAB + VBA = 2^q + C = D + D' \ldots (2)$$

Ce résultat nous apprend que les deux distances vraies au zénit surpassent deux angles droits d'une quantité précisément égale à l'arc du grand cercle terrestre, mené d'un signal à l'autre.

Enfin des équations (1) et (2), on conclut

$$\delta + \delta' + r + r' = 2^q + C,$$

ou bien, à cause que r est sensiblement égal à r',

$$r = \frac{C}{2} - \frac{1}{2}(\delta + \delta' - 2^q) \ldots (3).$$

Divisant

Divisant tout par C, l'on aura

$$\frac{r}{C} = \frac{\frac{1}{2}C - \frac{1}{2}(\delta + \delta' - 2^{q})}{C} = n \ldots (4),$$

et enfin $r = nC$.

n varie suivant l'état de l'atmosphère ; et le C.en Delambre a remarqué, en France, que n a environ pour valeur 0.075 en été, 0.08 en automne et au printemps ; et qu'il varie de 0.09 à 0.10 en hiver. Si n était négatif, la réfraction abaisserait les images des objets au lieu de les élever ; mais ce phénomène est très-rare.

Il suit de ce qui précède, que

$$ZAB = \delta + r = 1^{q} + \tfrac{1}{2}C + \tfrac{1}{2}(\delta - \delta'),$$
$$VBA = \delta' + r' = 1^{q} + \tfrac{1}{2}C - \tfrac{1}{2}(\delta - \delta').$$

Dans tous ces calculs nous avons supposé que les cercles étaient placés aux sommets des signaux, et c'est ce qui n'a pas lieu dans la pratique (1). Si, par exemple, le centre du cercle est au point a, la distance vraie du point B au zénit est ZaB, et sa distance apparente observée $= ZaB'$; désignons celle-ci par Δ, l'on aura évidemment

$$ZAB' = ZaB' + AB'a = \Delta + AB'a;$$

(1) On conçoit que pour que la réfraction soit déterminée avec exactitude pour le moment de l'observation,

reste donc à déterminer l'angle $A B' a$ qui est l'erreur commise.

Soient $A B' = A B = B$, $A a = d H$, et $A B' a = d \Delta$; le triangle $A B' a$ donnera $\sin. d \Delta = \frac{d H \sin. \Delta}{B}$.

Prenant l'arc pour le sinus, et réduisant en secondes *n.° 9*, il viendra $d \Delta = R'' \frac{d H \sin. \Delta}{B}$...(5).

Lorsque les triangles sont calculés d'après la méthode de Delambre (Mémorial du Dépôt de la guerre, *n.° 1*), on obtient la corde de l'angle C pour une sphère dont le rayon est la distance de l'horizon de la mer au centre de la terre; et cette corde est plus courte que la distance $a B = B$. Pour évaluer l'erreur, on pourrait rendre $d \Delta$ fonction de la corde connue K, et du rayon de la terre (Mémoire de Delambre, *page 92*); mais il sera suffisant, dans tous les cas, de faire usage de la formule précédente, en y substituant toutefois K pour B.

La correction précédente étant appliquée aux deux distances au zénit observées, on aura pour

---

il est essentiel que les distances au zénit des points A et B soient prises au même instant par deux observateurs.

celles qui auraient été observées aux sommets des signaux,

$$ZAB' = \Delta + d\Delta = \delta,$$
$$VBA' = \Delta' + d\Delta' = \delta'.$$

Telles sont les valeurs à employer dans les formules (3) et (4), pour estimer la réfraction.

De la Différence de niveau sur la Sphère.

2. Deux ou plusieurs points sont dits *de niveau* entre eux lorsqu'ils appartiennent à une même surface semblable et concentrique à celle des eaux tranquilles de la mer; et une droite perpendiculaire à la ligne de gravitation est dite une *ligne horizontale.* Dans l'hypothèse que la terre est une véritable sphère, toutes les verticales ou lignes de gravitation passent par son centre; mais si l'on considère le globe terrestre comme un sphéroïde engendré par la révolution d'une ellipse autour de son petit axe, ce qui est plus vraisemblable, les verticales sont des normales à la surface de ce sphéroïde, quoiqu'elles ne passent pas toutes par le centre de la terre.

Ces définitions étant bien comprises, soit C le centre du globe réputé sphérique *(figure 3)*; et A, B deux points inégalement éloignés de ce

centre. Si AB' est une *ligne de niveau* ou un arc terrestre, la hauteur $BB' = H$ sera la différence de niveau des deux points A, B; si de plus $ZAB = D = \delta + r$ est la distance vraie au zénit du point B, on aura, en faisant attention que $B'AC = 1^q - \frac{1}{2}C$,

$$BAB' = 2^q - ZAB - B'AC = 2^q - D - 1^q + \frac{1}{2}C = 1^q - D + \frac{1}{2}C,$$

$$ABB' = AB'C - BAB' = 1^q - \frac{1}{2}C - 1^q + D - \frac{1}{2}C = D - C;$$

or le triangle ABB' donne, en faisant la corde $AB' = K$,

$$H = \frac{K \sin. A}{\sin. B.} = \frac{K \sin. (1^q + \frac{1}{2}C - D)}{\sin. (D - C)} = \frac{K \cos. (\frac{1}{2}C - D)}{\sin. (D - C)}.$$

Si l'on supposait ce triangle rectangle en B', il est facile de voir que l'on aurait assez exactement pour la différence de niveau cherchée,

$$H = K \cot. (\delta + r - \tfrac{1}{2}C) \ldots. (1).$$

On aurait de même

$$H = -K \cot. (\delta' + r - \tfrac{1}{2}C) \ldots (2).$$

Maintenant voici comment on peut parvenir à la valeur de H exprimée en fonction des deux distances au zénit apparentes.

Par le n.° 1, on a

$$ZAB = 1^q + \tfrac{1}{2}C + \tfrac{1}{2}(\delta - \delta'),$$
$$VBA = 1^q + \tfrac{1}{2}C - \tfrac{1}{2}(\delta - \delta');$$

et il est clair que

$$BAC = 2^q - ZAB = 1^q - \tfrac{1}{2}C + \tfrac{1}{2}(\delta' - \delta),$$
$$B'AC = 1^q - \tfrac{1}{2}C,$$
$$BAB' = BAC - B'AC = \tfrac{1}{2}(\delta' - \delta),$$
$$B'BA = 2^q - VBA = 1^q - \tfrac{1}{2}C - \tfrac{1}{2}(\delta' - \delta).$$

Ainsi $BB' = H = \dfrac{K \sin. BAB'}{\sin. ABB'} = \dfrac{K \sin. \frac{1}{2}(\delta' - \delta)}{\cos. (\frac{1}{2}C + \frac{\delta' - \delta}{2})}$.

Cette formule est exacte : mais dans bien des cas l'on peut faire $\frac{1}{2}C = 0$; alors, à cause de $\frac{\sin.}{\cos.} = \text{tang.}$, l'on aura sensiblement

$$H = K \text{ tang. } \tfrac{1}{2}(\delta' - \delta) \ldots (3).$$

Lorsque $\delta' > \delta$, H est positif ; le contraire a lieu si $\delta' < \delta$, δ étant la distance observée au lieu dont on connaît l'élévation, et δ' celle au lieu dont on cherche l'élévation. Le C.en Delambre cherche en outre, par un calcul fort élégant, la valeur de $\frac{1}{2}(\delta' - \delta)$ en fonction de H ; mais le peu d'utilité de cette valeur nous dispense de tout détail à cet égard.

On pourrait éliminer r et K de toutes les formules où ces quantités entrent ; car nous avons vu

que $r = n\ C$, et il est facile de s'assurer que $K = 2\ \varrho \sin. \frac{1}{2}\ C$, ϱ étant le rayon de la terre correspondant au milieu de la corde K.

D'après ce qui précède, on voit comment l'on déterminera les élévations des sommets des signaux au-dessus d'un même horizon, de celui de la mer, par exemple: ainsi en en retranchant les longueurs des signaux, on aura les hauteurs du sol au-dessus du niveau de la mer. L'exemple que nous donnerons de ce calcul fixera d'ailleurs les idées à cet égard. Mais supposons, pour le moment, que les points B, B', B''... $B^{(n)}$ soient inégalement élevés au-dessus d'un horizon commun, de manière que h' soit l'élévation du point B' au-dessus du niveau de B; h'', l'élévation du point B'' au-dessus du niveau de B'; d''', la dépression du point B''' au-dessous de B'', et ainsi de suite : il est évident alors que l'on aura généralement

$$H - D = \text{différence de niveau},$$

en prenant positivement les hauteurs h et négativement les dépressions d supposées comptées de gauche à droite. Si cette formule a pour résultat le signe $+$, le point $B^{(n)}$ sera au-dessus du niveau de B; et si elle a le signe $-$, le point $B^{(n)}$ sera au-dessous du même niveau.

Concluons de là que si N est la hauteur du point B au-dessus du niveau de la mer, $N + H - D$ sera la hauteur de tout autre point au-dessus de ce niveau. La méthode que nous exposons est la même que celle qui est usitée dans la pratique du nivellement.

Les différences de niveau sur le sphéroïde pouvant être calculées comme sur la terre sphérique (Mém. de Delambre, *page 104*), nous ne ferons qu'une observation à ce sujet; c'est qu'au lieu de l'angle C formé au centre de la terre réputée sphérique, on pourra substituer un autre angle C ou $\varphi = \frac{R'' K}{\rho}(1 - \frac{1}{2} e^2 \sin.^2 L)$. *Voyez* le n.° 10 de ce Mémoire.

3. Lorsque l'on aperçoit l'horizon de la mer d'un lieu d'où l'on observe, il est facile de conclure immédiatement la hauteur de ce lieu au-dessus de la mer, au moyen de l'angle observé entre l'horizon et le zénit; et voici comment :

Si par le lieu d'observation B (*fig. 4*) on imagine une tangente BA à la surface de la mer, le rayon de la terre $CA = \rho$ sera évidemment perpendiculaire sur AB. Si l'on imagine en outre une ligne de niveau ou un arc terrestre AB' intercepté entre le point A et la verticale VB, BB'

$= N$ sera la hauteur cherchée. Or, faisant comme à l'ordinaire la distance vraie au zénit $VBA = D = \delta + r$, δ étant la distance apparente observée, et r la réfraction, le triangle rectangle CAB donnera, à cause de l'angle $CBA = 1^q - C$ et de $CA = \varrho$,

$$CB = \frac{\rho}{\sin. (1^q - C)} = \frac{\rho}{\cos. C};$$

d'où il suit que $BB' = N = \varrho \left(\frac{1 - \cos. C}{\cos. C}\right)$;

mais $1 - \cos. C = \sin. C \tan g. \frac{1}{2} C$; donc

$$N = \varrho \tan g. C \tan g. \frac{1}{2} C:$$

d'ailleurs $C = 1^q - B = 1^q - (2^q - D)$
$= D - 1^q$, et $D = \delta + r$;

donc

$$N = \varrho \tan g. (\delta + r - 1^q) \tan g. \tfrac{1}{2} (\delta + r - 1^q) \ldots (4).$$

Lorsque r sera inconnue, on pourra en déduire la valeur de l'équation $r = n C$ (*n.° 1*); mais il sera plus commode de transformer N en fonction de n ainsi qu'il suit.

D'abord $C = \delta - 1^q$, en négligeant toutefois la réfraction : ainsi, sans erreur sensible,

$$r = n C = n (\delta - 1^q).$$

Substituant cette dernière valeur dans l'équation (4), et remarquant que l'on peut faire tang. $m x$

$= m$ tang. x lorsque x est fort petit et que m est moindre que l'unité ou ne la surpasse guère, on aura

$$N = \tfrac{1}{2}\,\varrho \text{ tang.}^2 \left[\delta - 1^q + n\,(\delta - 1^q)\right]$$
$$= \tfrac{1}{2}\,\varrho \text{ tang.}^2 \left[(1 + n)\,(\delta - 1^q)\right].$$

Donc, à très-peu de chose près,

$$N = \tfrac{1}{2}\,\varrho\,(1 + n)^2 \text{ tang.}^2\,(\delta - 1^q) \ldots\ldots (5).$$

Recherche des Formules pour exprimer en fonction de la Latitude quelques-unes des parties du Méridien elliptique de la Terre.

4. Soient $C\,E$ le rayon de l'équateur, et P le pôle (*figure 5*). Si par le point A on mène la tangente $A\,T$ à l'arc elliptique $B\,A\,E$, la droite $A\,M$, perpendiculaire sur $A\,T$, sera la normale en ce point, et l'angle $A\,L\,T = F\,A\,T$ sera la latitude du point A.

L'équation à l'ellipse est $a^2\,y^2 + b^2\,x^2 = a^2\,b^2$; et pour le point A, dont les coordonnées sont x', y', on aura

$$a^2\,y'^2 + b^2\,x'^2 = a^2\,b^2.$$

Au même point A, l'équation de la normale $A\,L$ est

$$y - y' = \frac{a^2 y'}{b^2 x'}\,(x - x';$$

et si l'on y fait $y = 0$, on aura l'abscisse CL, ou

$$x = \frac{a^2 - b^2}{a^2} x' ;$$

de là il est aisé de conclure que la normale $AL = n$ a pour valeur,

$$n = \frac{b}{a} \left[b^2 + \frac{a^2 - b^2}{b^2} y'^2 \right]^{\frac{1}{2}}.$$

Soit $ALF = L$, on aura $y' = n \sin. L$, et par conséquent

$$y'^2 = \frac{b^2}{a^2} \left[b^2 + \frac{a^2 - b^2}{b^2} y'^2 \right] \sin.^2 L ;$$

d'où l'on tire

$$y'^2 = \frac{b^4 \sin.^2 L}{a^2 - (a^2 - b^2) \sin.^2 L} \ldots\ldots (1);$$

de là

$$n = \frac{b^2}{a} \left[1 - \frac{a^2 - b^2}{a^2} \sin.^2 L \right]^{-\frac{1}{2}} \ldots\ldots (2).$$

Si, dans ce résultat, l'on fait pour abréger $a = 1$ et $1 - b^2 = e^2$, e désignant l'excentricité, on aura

$$n = (1 - e^2) [1 - e^2 \sin.^2 L]^{-\frac{1}{2}} = \frac{1 - e^2}{(1 - e^2 \sin.^2 L)^{\frac{1}{2}}} \ldots (3);$$

et l'équation (1) deviendra

$$AF = y' = \frac{(1 - e^2) \sin. L}{(1 - e^2 \sin.^2 L)^{\frac{1}{2}}} \ldots\ldots (4).$$

Dans la même hypothèse, l'équation de l'ellipse se change en

$$y'^2 = (1 - e^2)(1 - x'^2);$$

donc, au moyen de l'équation précédente,

$$CF = x' = \frac{\cos. L}{(1 - e^2 \sin.^2 L)^{\frac{1}{2}}} \dots \; (5).$$

Par la même raison, la valeur de CL, trouvée plus haut, se change en

$$CL = e^2 x';$$

mais x' est donnée par l'équation (5), donc

$$CL = \frac{e^2 \cos. L}{(1 - e^2 \sin.^2 L)^{\frac{1}{2}}} \dots (6).$$

Toutes les valeurs que nous venons d'obtenir sont relatives au grand axe de l'ellipse pris pour la ligne des x; et si l'ellipse était rapportée à son petit axe, la méthode de calcul précédente conduirait de même aux valeurs des lignes AM, CM, &c. Pour le prouver, soit

$$a^2 x^2 + b^2 y^2 = a^2 b^2$$

l'équation de l'ellipse, dont le petit axe CP représente maintenant la ligne des x. Si l'on fait la normale $AM = n'$, on aura visiblement pour le point A,

$$y^2 = n'^2 \cos.^2 L;$$

mais si dans l'équation (2) on change a en b, et *vice versâ*, et sinus en cosinus, on aura

$$AM = n' = \frac{a^2}{b}\left[1 - \left(\frac{b^2 - a^2}{b^2}\right)\cos.^2 L\right]^{-\frac{1}{2}};$$

et puisque l'on a toujours

$$a = 1,\ b^2 - 1 = -e^2,\ b = (1 - e^2)^{\frac{1}{2}},$$

il s'ensuit que

$$n' = \frac{1}{(1 - e^2)^{\frac{1}{2}}\left[1 + \frac{e^2}{1 - e^2}(1 - \sin.^2 L)\right]^{\frac{1}{2}}}$$

$$= \frac{1}{(1 - e^2 \sin.^2 L)^{\frac{1}{2}}} \ldots (7).$$

D'un autre côté, $y^2 = n'^2 \cos.^2 L$, donc

$$y^2 = \frac{\cos.^2 L}{1 - e^2 \sin.^2 L};$$

et comme l'équation actuelle de l'ellipse donne $y^2 = \frac{(1 - e^2) - x^2}{1 - e^2}$, on aura en égalant ces deux valeurs,

$$x^2 = \frac{(1 - e^2)^2 \sin.^2 L}{1 - e^2 \sin.^2 L}.$$

De plus nous avons trouvé précédemment que $CL = \frac{a^2 - b^2}{a^2} x'$; ainsi, dans le cas présent nous aurons

$$CM = \frac{b^2 - a^2}{b^2} x = \frac{-e^2}{1 - e^2} x.$$

Substituant pour x sa valeur tirée de l'équation précédente, nous obtiendrons

$$CM = \frac{-e^2 \sin. L}{(1-e^2 \sin.^2 L)^{\frac{1}{2}}} = -e^2 n' \sin. L \ldots (8).$$

Quant à la valeur de AC, elle est évidemment représentée par $\sqrt{x^2+y^2}$: ainsi, soit que l'on fasse usage des valeurs ci-dessus de x^2, y^2, soit que l'on ait recours aux équations (4) et (5), on aura

$$AC = r = \left[1 - \frac{e^2(1-e^2)\sin.^2 L}{1-e^2 \sin.^2 L}\right]^{\frac{1}{2}} \ldots (9).$$

Cette dernière formule est susceptible de prendre une forme plus simple, et voici comment.

Si l'on imagine une sphère circonscrite à l'ellipsoïde, laquelle ait pour rayon celui de l'équateur, l'angle $aCE = FaT = \lambda$ sera la latitude du point a dans la sphère; or les points a et A ont la même abscisse CF; donc, si l'on fait $AF = y'$ et $aF = y''$, les équations du cercle et de l'ellipse seront respectivement

$$y''^2 = 1 - x^2,$$
$$y'^2 = b^2(1-x^2);$$

d'où l'on tire, en éliminant x^2,

$$y'^2 = b^2 y''^2.$$

Mais aF est le sinus de λ, puisque $aC = 1$; donc

$$\sin.^2 \lambda = \frac{(1 - e^2) \sin.^2 L}{1 - e^2 \sin.^2 L};$$

de là l'équation (9) devient

$$AC = (1 - e^2 \sin.^2 \lambda)^{\frac{1}{2}} \quad \ldots\ldots (10).$$

Nous pourrions maintenant chercher la valeur de λ ; mais c'est à quoi le C.[en] Delambre est parvenu d'une manière qui ne laisse rien à desirer. (*Voyez* la page 70 de son Mémoire déjà cité.)

5. Il peut être utile de connaître la nature de la courbe formée sur le sphéroïde par un plan perpendiculaire à celui du méridien : cette recherche exige d'abord que l'on ait l'équation de la surface du sphéroïde de révolution ; en rapportant ensuite cette surface à des coordonnées prises dans le plan coupant, on parviendra à une équation entre deux indéterminées seulement, et l'on aura ainsi l'équation de la courbe d'intersection cherchée.

Pour trouver l'équation du sphéroïde engendré par la révolution d'une ellipse autour de son petit axe, il faut considérer que la courbe génératrice étant plane, ses équations seront

$$\left.\begin{array}{r} a^2 y^2 + b^2 x^2 = a^2 b^2 \\ z = 0 \end{array}\right\} (A).$$

L'on aura en outre

$$\left.\begin{array}{r} y = \alpha \\ x^2 + y^2 + z^2 = f(\alpha) \end{array}\right\} (B),$$

$y = \alpha$ étant l'équation d'un plan perpendiculaire à l'axe de rotation; et la dernière, celle d'une sphère dont le centre est à l'origine des coordonnées. (Feuilles d'analyse de Monge, *n.°* 6.)

Ces quatre équations doivent avoir lieu en même temps pour que la surface proposée soit de révolution. Si donc on élimine x, y, z, on aura $a^2 b^2 - a^2 \alpha^2 + b^2 \alpha^2 = b^2 f(\alpha)$; et en substituant pour α et $f(\alpha)$ leurs valeurs (B), la surface du sphéroïde de révolution aura pour équation

$$b^2 z^2 + a^2 y^2 + b^2 x^2 = a^2 b^2 \ldots. (1).$$

Maintenant, si AM est la trace du plan coupant sur celui du méridien, pris pour le plan des xy, et que ces deux plans soient perpendiculaires entre eux, il faudra, dans les équations relatives à la transformation des axes (*voyez* le Traité des surfaces du 2.e ordre par Biot, *n.° 153*), faire $\theta = 1$, et l'on aura pour tous les points du plan coupant

$$\begin{aligned} x &= a' + x' \cos. \varphi, \\ y &= b' + x' \sin. \varphi, \\ z &= c' + y'. \end{aligned}$$

Substituant ces valeurs dans l'équation (1), on trouvera, en faisant, pour simplifier, $b' = c' = 0$,

$$b^2 y'^2 + (a^2 \sin.^2 \varphi + b^2 \cos.^2 \varphi)\, x'^2 + 2\, a'\, b^2 \cos.\, \varphi .\, x' = (a^2 - a'^2)\, b^2 \ldots\ldots (2),$$

équation à l'ellipse et qui est celle de l'intersection cherchée.

Cette équation serait celle du cercle, si les coefficiens de x'^2 et y'^2 étaient égaux, c'est-à-dire, si

$$b^2 = a^2 \sin.^2 \varphi + b^2 \cos^2 \varphi.$$

On satisfera à cette condition en faisant $\varphi = 0$; car, dans ce cas, $\sin.\, \varphi = 0$, et $\cos.\, \varphi = 1$. La courbe d'intersection est donc un cercle, lorsque le plan coupant est parallèle au grand axe du sphéroïde de révolution.

Si l'on voulait que la trace AM du plan coupant coïncidât avec la normale correspondante à la latitude L, on ferait $\varphi = L$, et

$$a' = CL = \frac{e^2 \cos.\, L}{(1 - e^2 \sin.^2 L)^{\frac{1}{2}}} \text{ (n.° 4, équat. 6).}$$

L'équation (2), dans laquelle on fera d'ailleurs $a = 1$ et $b^2 = 1 - e^2$, deviendra donc, au moyen de ces valeurs,

$$y'^2 + \frac{(1 - e^2 \cos.^2 L)}{1 - e^2}\, x'^2 + \frac{2\, e^2 \cos.^2 L}{(1 - e^2 \sin.^2 L)^{\frac{1}{2}}}\, x' = 1 - \frac{e^4 \cos.^2 L}{1 - e^2 \sin.^2 L}.$$

Pour

Pour avoir les points où la courbe d'intersection coupe l'axe des x', on fera $y' = 0$, alors

$$x'^2 + \frac{2e^2 \cos.^2 L (1 - e^2)}{(1 - e^2 \cos.^2 L)(1 - e^2 \sin.^2 L)^{\frac{1}{2}}} x' -$$

$$\left(1 - \frac{e^4 \cos.^2 L}{1 - e^2 \sin.^2 L}\right) \frac{(1 - e^2)}{(1 - e^2 \cos.^2 L)} = 0.$$

Si l'on désigne par $x_,$, $x_{,,}$ les deux racines de cette équation, on aura

$$x_, = \frac{1 - e^2}{(1 - e^2 \sin.^2 L)^{\frac{1}{2}}}$$

$$\text{et } x_{,,} = -\left(\frac{1 + e^2 \cos.^2 L}{1 - e^2 \cos.^2 L}\right) \frac{(1 - e^2)}{(1 - e^2 \sin.^2 L)^{\frac{1}{2}}}.$$

La première racine est l'expression même de la normale obtenue plus haut, et la seconde racine est la valeur de la normale opposée.

Lorsque $L = 1^{q}$, on a évidemment

$$x_, = \sqrt{(1 - e^2)} = b, \text{et } x_{,,} = -\sqrt{(1 - e^2)} = -b.$$

Il ne faut pas confondre la courbe d'intersection actuelle avec la ligne qui, entre le pôle et l'équateur, serait perpendiculaire au méridien; car celle-ci est essentiellement à double courbure dans le sphéroïde. Cependant ces deux courbes différeront d'autant moins l'une de l'autre, que l'aplatissement de la terre sera plus petit.

En mesurant, dans la plus grande largeur de la France, un arc de la perpendiculaire à la méridienne de l'Observatoire de Paris, avec la précision qui caractérise la dernière mesure de l'arc du méridien compris entre Dunkerque et Barcelone, on aurait des données plus certaines sur la courbure de la surface de la terre. C'est une opération qui forme l'objet des vœux des savans, et dont le Gouvernement, sans doute, ordonnera bientôt l'exécution.

Calcul de la Réfraction terrestre.

6. A 17^{m} au-dessous du sommet du signal A (*figure 2*), on a observé la distance au zénit $100^{gr}.2408$ du sommet du signal B; réciproquement à $15^{m}.1$ au-dessous de l'extrémité supérieure du signal B, on a observé la distance au zénit $99^{gr}.9259$ du point A: la distance rectiligne entre les deux signaux étant de $28504^{m}.75 = B$, on demande la valeur de la réfraction et celle de son coefficient.

Pour réduire les distances au zénit, aux sommets des signaux, on fera usage de la formule (5), *n.° 1*,

$$d\Delta = \frac{dH \sin.\Delta.R''}{B}.$$

Ainsi, par rapport au signal *A*, on a

$$dH = 17, \quad \Delta = 100^{gr}.2408\,;$$

et par rapport au signal *B*,

$$dH' = 15.1, \; \Delta = \quad 99\;.9259:$$

$\log. dH = 1.2304489$	$\log. dH' = 1.1789769$
$\text{l. sin.}\,\Delta = 9.9999969$	$\text{l. sin.}\,\Delta' = 9.9999997$
$\text{c. log.}\,B = 5.5450828$	$\text{c. log.}\,B = 5.5450828$
$\text{l.}\,R''\ldots = 5.8038801$	$\text{l.}\,R''\ldots = 5.8038801$
$\log. d\Delta = 2.5794087 = 379''.67$	$\log. d\Delta' = 2.5279395 = 337''.24$
$\Delta = 100^{gr}.240800$	$\Delta' = 99^{gr}.925900$
$d\Delta = \quad 0\;.037967$	$d\Delta' = \quad 0\;.033724$
Réduction au sommet *A*. $\}$ $100^{gr}.278767 = \delta$	Réduction au sommet *B*. $\}$ $99^{gr}.959624 = \delta'$.

Lorsque les distances apparentes au zénit sont réduites aux sommets des signaux, on emploie les formules suivantes pour avoir la réfraction et son coefficient :

$$r = \tfrac{1}{2}\,C - \tfrac{1}{2}\,(\delta + \delta' - 200),\; n = \frac{r}{C}.$$

Ces formules exigent que l'on connaisse l'angle au centre de la terre *C* exprimé en parties de grade. Or la distance *K* entre les deux signaux *A* et $B = 28504^{m}.75$; et le logarithme du rayon ϱ de l'équateur $= 6.8045306$. On aura l'angle *C* par

la formule (*n.° 10*) ou seulement à l'aide de $\frac{K R''}{\rho}$.

$$
\begin{aligned}
\log. K \ldots &= 4.4549172 \\
\text{l. } R'' \ldots\ldots &= 5.8038801 \\
\text{c. l. } \rho \ldots &= \underline{3.1954694} \\
& \quad 3.4542667 = 2846''.21.
\end{aligned}
$$

La distance *AB* répond donc à un arc de 28'.4621.

Voici maintenant le calcul de *r*:

$$
\begin{aligned}
\delta &= 100^{gr}.278767 \\
\delta' &= \underline{99\ .959624} \\
\delta + \delta' - 200 &= 0\ .238391 \\
\frac{\delta + \delta' - 200}{2} &= 0\ .119195 \\
\tfrac{1}{2} C &= 0\ .142310 \\
r &= 0\ .023115 \quad \log. r \ldots = 8.3638939 \\
& \qquad\qquad \text{c. log. } C = \underline{0.5457331} \\
& \qquad\qquad \log. n \ldots = 8.9096270 \\
& \text{donc } n = 0.081213 = \tfrac{1}{12} \text{ environ.}
\end{aligned}
$$

Ainsi, quand la réfraction est constante, on a

$$r = n\, C = (0.08)\, C.$$

Calcul de la Différence de niveau.

7. Toutes choses étant d'ailleurs égales comme dans le numéro précédent, on demande la différence de niveau des sommets des deux signaux *A* et *B* (*fig. 2*). Cette différence est donnée par

la formule exacte du n.° 2, en supposant que l'on connaisse les deux distances apparentes au zénit δ, δ':

$$H = \frac{K \sin. \frac{1}{2} (\delta' - \delta)}{\cos. \frac{1}{2} (\delta' - \delta + C)}$$

δ' . . . . = $99^{gr}.959624$
δ . . . . = $100\ .278767$ log. K . . . . = 4.4549172

$\delta' - \delta$ . . . = $-0^{gr}.319143$ l. sin. $\frac{1}{2}(\delta' - \delta)$ . . . . . = -7.3990707
C . . . . = $+0\ .284621$ c. l. cos. $\frac{1}{2}(\delta' - \delta + C)$ = $+0.0000000$

$\delta' - \delta + C = -0^{gr}.034522$ -1.8539879
donc $H = -\ 71^{m}.447$.

Cherchons encore cette différence de niveau par la formule approchée $H = K$ tang. $\frac{1}{2}(\delta' - \delta)$;

log. K . . . . = 4.4549172
l. tang. $\left(\frac{\delta' - \delta}{2}\right) = -7.3990719$
$-1.8539891 = -71^{m}.448.$

Il suit de là que le point B est plus bas que le point A de $71^{m}.45$.

Si l'on ne connaissait que la distance au zénit δ, prise au point A, il faudrait recourir à la formule exacte (*n.° 2*), ou à celle approchée

$$H = K \cot. (\delta + r - \tfrac{1}{2} C).$$

Dans le cas actuel on a

$$H = K \cot. (\delta + 0.08\, C - 0.5\, C) = K \cot. (\delta - 0.42\, C)$$

$$\begin{array}{ll} \delta = 100^{gr}.278767 & \log. K \ldots\ldots\ldots = \ 4.4549172 \\ -0.42\,C = -0\ \ .119541 & -\text{l. tang.}\ldots 15'.9226 = -7.3981347 \\ \delta - 0.42\,C = 100\ \ .159226 & \qquad -1.8530519 = -71^{m}.29. \end{array}$$

Enfin, si l'on n'avait que δ', on aurait la différence de niveau cherchée par la formule

$$H = -K \cot.\,(\delta' + r - \tfrac{1}{2}C)$$

$$\begin{array}{ll} \delta' = \ 99^{gr}.959624 & \log. K \ldots\ldots\ldots = \ 4.4549172 \\ -0.42\,C = -\ \ 0\ \ .119541 & -\text{l. tang.}\ 15'.9917 = -7.4000156 \\ \quad 99\ \ .840083 & \qquad -1.8549328 = -71^{m}.60. \end{array}$$

En prenant un milieu entre ces deux derniers résultats, on retombe sur le premier.

Nous venons d'obtenir la différence de niveau de deux points d'où l'on a pu observer les distances réciproques au zénit : cherchons maintenant celle de deux objets inaccessibles, mais dont on a les distances rectilignes au centre de station.

Du point A (*fig. 6*), on a observé les distances au zénit des points D, C; l'une de $100^{gr}.367$, et l'autre de $100^{gr}.8891$. On demande la différence de niveau de ces deux points ; sachant d'ailleurs que leurs distances à la station A sont respectivement de $28108^{m}.21$ et de $6448^{m}.51$, et que le coefficient de la réfraction était ce jour-là de 0.08. On a

$$\begin{array}{ll} K = 28108^{m}.21 & K_{,} = 6448^{m}.51 \\ \delta = 100^{gr}.367 & \delta_{,} = 100^{gr}.8891 \\ N = K \cot.\,(\delta + r - \tfrac{1}{2}C) & N_{,} = K_{,} \cot.\,(\delta_{,} + r_{,} - \tfrac{1}{2}C_{,}). \end{array}$$

Ainsi la différence de niveau cherchée sera $N—N_{,}$:

log. K.. = 4.4488331	log. $K_{,}$.. = 3.8094594
c. l. ρ... = 3.1954694	c. l. ρ.. = 3.1954694
l. R''.... = 5.8038801	l. R''.... = 5.8038801
l. C = 3.4481826 = 2806''.61	l. $C_{,}$ = 2.8088089 = 643''.89.
δ = 100gr.367000	$\delta_{,}$ = 100gr.889100
—0.42 C = —0 .117878	—0.42 $C_{,}$ = —0 .027043
100 .249122	100 .862057
l. K........... = 4.4488331	log. $K_{,}$......... = 3.8094594
—l. tang. 24'.9122 = —7.5925340	—l. tang. 86'.2057 = —8.1316824
—2.0413671	—1.9411418
= — 110m. = N	= — 87m.325 = $N_{,}$

donc la différence de niveau des deux points C, D $= N — N_{,} =$ 22m.68, du moins à très-peu près.

Si l'on avait observé les mêmes points C, D, d'une autre station B, on aurait un moyen de vérification ; car, en opérant comme ci-dessus, on devra trouver le même résultat ; ou si ces deux résultats diffèrent entre eux de peu de chose, il conviendra d'en prendre le milieu, lorsque l'on n'aura aucune raison d'adopter l'un plutôt que l'autre. C'est par de semblables opérations réciproques, que la base mesurée dernièrement en Bavière a été nivelée par le C.en Henry, astronome du Dépôt général de la guerre.

Calcul de la Hauteur d'un Lieu d'où l'on voit l'horizon de la mer.

8. Du sommet d'une montagne on a observé la distance $100^{gr}.3545$, entre le zénit et l'horizon de la mer ; on demande la hauteur du centre d'observation au-dessus du niveau de la mer. On a (formule 5, *n.° 2*) :

$$H = \frac{1}{2}\,\rho\,(1+n)^2\,\text{tang.}^2\,(\delta - 100^{gr})$$

$\delta = 100^{gr}.3545$	log. 0.5	$= 9.6989700$
$-\ 100.$	log. ρ	$= 6.8045306$
———	l. $(1.08)^2$	$= 0.0668475$
$0^{gr}.3545$	l. tang.$^2(\delta - 100)$	$= 5.4914812$
		$2.0618293 = 115^m.3.$

Donc le centre du cercle est élevé au-dessus de l'horizon de la mer, de $115^m.3$.

Démonstrations des Formules proposées par le C.[en] Legendre, *pour calculer les Latitudes, les Longitudes et les Azimuts des objets terrestres.*

9. On est redevable à Dionis-du-Séjour d'une méthode très-ingénieuse et très-exacte pour trouver la latitude et la longitude d'un lieu de la terre connu, par ses distances à la méridienne et à la perpendiculaire d'un autre lieu connu. Cette méthode, cependant, n'est ni aussi simple ni aussi directe

que le comporte la nature du problème. Celles que les C.[ens] Legendre et Delambre ont données, dans ces derniers temps, à l'occasion de la nouvelle mesure d'un arc du méridien, sont exemptes de toute objection, et paraissent pour cette raison devoir mériter la préférence : aussi la plupart des ingénieurs qui sont chargés d'opérations géodésiques du premier ordre, en font-ils particulièrement usage.

Tel est le motif qui m'engage à donner les démonstrations de quelques-unes des formules que Legendre n'a fait, pour ainsi dire, qu'énoncer dans son mémoire imprimé en l'an 7. Ces formules, qui sont relatives à l'objet dont il est question, exigent seulement la recherche d'un très-petit nombre de logarithmes, et ont toutes des élémens communs qui en rendent le calcul très-rapide.

J'emploierai les séries suivantes, qui sont assez connues pour que je sois dispensé d'en rappeler les démonstrations :

$$\left.\begin{aligned} \sin. x &= x - \frac{x^3}{1.2.3} + \frac{x^5}{1.2.3.4.5} - \ldots \\ \cos. x &= 1 - \frac{x^2}{1.2} + \frac{x^4}{1.2.3.4} - \ldots \\ \text{tang.}\, x &= x + \frac{x^3}{1.3} + \frac{2\,x^5}{1.3.5} + \ldots \end{aligned}\right\}\ldots(A).$$

J'aurai aussi occasion de convertir en parties du quadrant ou en grades, un arc donné en parties du rayon pris pour unité : cette opération est fondée sur la considération suivante.

Si l'on suppose que le rayon soit développé sur la circonférence, il interceptera un nombre de parties du quadrant que l'on obtiendra à l'aide de la proportion

$$\pi : 1 :: 2^q : R = \frac{2^q}{\pi};$$

π désignant la demi-circonférence d'un cercle dont le rayon $= 1$, q le quadrant, et R un arc égal au rayon.

Dans la pratique, 1^q dépend du système de division que l'on adopte : ainsi, dans l'hypothèse que $1^q = 100$ grades ou degrés décimaux, le rayon sera exprimé en centigrades ou minutes décimales, par

$$R' = \frac{20000}{\pi} = 6366'.1977237,$$

dont le logarithme $= 3.80388012297$; à cause de $\pi = 3.141592$ et de $2^q = 20000'$.

De même le rayon sera exprimé en milligrades ou secondes décimales, par

$$R'' = \frac{2000000}{\pi} = 636619''.77237,$$

dont le logarithme est 5.8038801.

Ainsi un arc quelconque, donné en parties du rayon considéré comme unité, sera exprimé en secondes, par exemple, en le multipliant par R''; et un arc donné en secondes sera converti en parties du rayon, en le divisant par R''.

Le calcul des latitudes, longitudes et azimuts, dérive, comme on le verra bientôt, de la résolution complète d'un triangle sphérique rectangle, dont un côté de l'angle droit est fort petit à l'égard des deux autres. Il est donc essentiel de s'occuper préalablement de cette résolution : pour cet effet, nous désignerons, comme il est d'usage, par A, B, C, les angles, et par a, b, c, les côtés opposés d'un triangle sphérique quelconque.

Si A est l'angle droit, et b le côté adjacent, supposé très-petit, à l'égard du rayon de la sphère sur la surface de laquelle est tracé le triangle A, B, C, on aura, par les principes connus de la résolution exacte des triangles sphériques rectangles,

$$\left.\begin{aligned} \cos.\ a &= \cos.\ b \cos.\ c \\ \text{tang.}\ B &= \frac{\text{tang.}\ b}{\sin.\ c} \\ \text{tang.}\ C &= \frac{\text{tang.}\ c}{\sin.\ b} \end{aligned}\right\} \ldots (B).$$

Il suit de l'hypothèse énoncée ci-dessus, que les arcs a, c, diffèrent très-peu l'un de l'autre.

Soit alors $a = c + x$; la substitution de cette valeur dans la première des équations précédentes donnera

$$\cos. (c + x) = \cos. b \cos. c ;$$

développant le premier membre, il viendra

$$\cos. c \cos. x - \sin. c \sin. x = \cos. b \cos. c.$$

Mais x étant fort petit, on a, en ne prenant que les premiers termes des séries (A), $\sin. x = x$, $\cos. x = 1$; donc

$$\cos. c - x \sin. c = \cos. b \cos. c ;$$

et parce que b, qui est lui-même fort petit, a pour cosinus $1 - \frac{b^2}{2} + \ldots$, il s'ensuit que

$$\cos. c - x \sin. c = \cos. c \left(1 - \frac{b^2}{2}\right).$$

Donc $x = \frac{b^2}{2} \frac{\cos. c}{\sin. c} = \frac{1}{2} b^2 \cot. c;$

ou pour avoir x en secondes,

$$x = \tfrac{1}{2} R'' b^2 \cot. c ;$$

donc enfin

$$a = c + \tfrac{1}{2} R'' b^2 \cot. c \ldots\ldots (1).$$

Telle est la valeur de l'hypoténuse en fonction des deux autres côtés. Si au contraire on voulait c en fonction de a et b, on y parviendrait par un

procédé semblable au précédent. En effet, soit $c = a - x'$, on aura

$$\cos. a = \cos. b \cos. (a - x');$$

développant, il viendra

$$\cos. a = \cos. b\,(\cos. a + x' \sin. a),$$

ou bien,

$$\cot. a = \cos. b (\cot. a + x') = \left(1 - \frac{b^2}{2}\right)(\cot. a + x'),$$

d'où l'on tire, en négligeant les puissances quatrièmes de b,

$$x' = \frac{b^2}{2} \cot. a \left(1 - \frac{b^2}{2}\right)^{-1} = \tfrac{1}{2} b^2 \cot. a;$$

donc

$$c = a - \tfrac{1}{2} R'' b^2 \cot. a \ldots\ldots (2).$$

Passons maintenant au développement de la seconde équation (B), laquelle devient, au moyen des valeurs de tang. B et de tang. b,

$$B = \frac{b}{\sin. c}\left(1 + \frac{b^2}{3}\right) - \frac{B^3}{3}.$$

L'angle B et son côté opposé étant fort petits, on aura sensiblement $B = \frac{b}{\sin. c}$, et $B^3 = \frac{b^3}{\sin.^3 c}$; donc l'équation précédente prendra la forme

$$B = \frac{b}{\sin. c}\left(1 + \frac{b^2 (\sin.^2 c - 1)}{3 \sin.^2 c}\right);$$

d'où l'on conclut

$$B = \frac{R'' b}{\sin. c} - \frac{R'' b^3 \cos.^2 c}{3 \sin.^3 c} \quad \ldots . (3).$$

Il ne nous reste plus qu'à traiter la troisième équation *(B)*. Or, si l'on y fait $C = 1^q - y$, y étant supposé très-petit, elle deviendra

$$\text{tang.} (1^q - y) = \cot. y = \frac{\text{tang.} c}{\sin. b};$$

d'où

$$\text{tang.} y = \cot. c \sin. b.$$

Mettant pour tang. y et sin. b, leurs valeurs déduites des séries *(A)*, on aura

$$y + \frac{y^3}{3} = b \cot. c - \frac{b^3}{6} \cot. c.$$

On voit d'abord, par cette équation, que l'on a à-peu-près $y = b \cot. c$, ou $\frac{y^3}{3} = \frac{b^3}{3} \cot.^3 c$; ainsi cette même équation prendra la forme

$$y = b \cot. c - \frac{b^3}{3} \cot. c \left(\tfrac{1}{2} + \cot.^2 c \right):$$

on aura donc

$$C = 1^q - R'' b \cot. c + R'' \frac{b^3}{3} \cot. c \left(\tfrac{1}{2} + \cot^2 c \right). (4).$$

Cette valeur est celle de l'angle C donné en fonction des deux côtés de l'angle droit. Cherchons à présent la relation qui existe entre C, a, b.

D'abord, par la solution précédente, on a $c = a - \frac{1}{2} b^2 \cot. a$; ainsi

$$C = 1^q - b \cot. (a - \tfrac{1}{2} b^2 \cot. a) + \frac{b^3}{3} \cot. (a - \tfrac{1}{2} b^2 \cot. a) \left[\tfrac{1}{2} + \cot.^2 (a - \frac{b^2}{2} \cot. a) \right];$$

développant dans l'hypothèse que le second terme de la valeur de c est très-petit; négligeant les puissances 4.es de b et au-delà, et l'on aura, à cause de $\cot. a \tang. a = 1$ et de $\frac{1}{\tang.} = \cot.$

$$C = 1^q - \left(b + \frac{b^3}{2}\right) \left(\cot. a + \frac{b^2}{2} \cot.^3 a\right) + \tfrac{1}{3} b^3 \cot. a \left(\tfrac{1}{2} + \cot.^2 a\right),$$

et ensuite

$$C = 1^q - R'' b \cot. a - \tfrac{1}{3} R'' b^3 \cot. a (1 + \tfrac{1}{2} \cot.^2 a) \ldots (5).$$

De la Méridienne, et de la Perpendiculaire à cette Méridienne.

10. Lorsque tous les triangles qui forment le canevas d'une grande carte géographique ont été calculés d'après les principes qui ont été exposés dans le premier numéro de ce Mémorial, on rapporte les sommets de leurs angles à deux lignes perpendiculaires entre elles : l'une représente exactement le méridien du lieu principal de la carte, et se nomme *méridienne;* l'autre passe par le même lieu,

et se nomme *perpendiculaire.* A ces deux lignes, faisant les fonctions d'axes des abscisses et des ordonnées, se rapportent, comme les points d'une courbe, tous ceux du pays que les triangles embrassent. Si la carte avait très-peu d'étendue, les distances des objets à la perpendiculaire, converties en parties du quadrant, exprimeraient assez exactement leurs latitudes; et les distances à la méridienne, converties de même, exprimeraient leurs longitudes relativement à ces deux axes. Ensuite il serait facile de connaître les latitudes et les longitudes absolues de ces mêmes objets; c'est-à-dire, leur position sur le globe. Mais la méthode dont nous parlons n'est plus admissible, lorsque les points rapportés à la méridienne et à sa perpendiculaire en sont fort éloignés : il est donc essentiel, dans ce cas, d'avoir égard à l'excentricité de la terre; tel est l'objet des formules suivantes.

Soient P le pôle de la terre (*figure 7*), PA et PB deux méridiens elliptiques; soit en outre L la latitude connue du point A: on demande celle du point B situé sur l'arc BA, perpendiculaire à PA; sa longitude, et l'angle PBA ou l'azimut de A observé de B.

Imaginons aux points A et B les verticales AM, BN, et faisons $AB = y$, $AM = r$, $NB = r'$.

Le

Le petit arc y ayant r pour rayon de courbure, il s'ensuit qu'un arc semblable φ, dont le rayon $=$ 1, aurait pour valeur $\frac{y}{r}$.

Cela posé, si, par le point M comme centre et avec un rayon $Mb = 1$, on décrit les arcs ab, ap, pb, on aura le triangle sphérique rectangle pab, dans lequel on connaîtra le côté $pa = 1^q - L$, le côté $ab = \varphi$ et l'angle compris $pab = 1^q$ par hypothèse; or, d'après les principes de trigonométrie,

$$\cos.(pb) = \sin.\, L \cos.\, \varphi\,,$$
$$\text{tang.}\, P \ldots = \frac{\text{tang.}\,\varphi}{\cos.\, L.},$$
$$\text{tang.}\, b \ldots = \frac{\cot.\, L.}{\sin.\,\varphi.}.$$

Ces formules sont les mêmes que celles que nous avons désignées précédemment par (B), n.° 9; en les comparant entre elles, il est aisé de voir que

$$a = (pb),\, b = \varphi,\, c = 1^q - L,\, B = P,\, C = b.$$

Il suit de là, et des développemens effectués dans le numéro cité, que

$$(pb) = 1^q - L + \tfrac{1}{2}\varphi^2 \text{ tang.}\, L\,,$$
$$P = \frac{\varphi}{\cos.\, L} - \tfrac{1}{3}\varphi^3 \frac{\sin.^2 L}{\cos.^3 L}\,,$$
$$b = 1^q - \varphi \text{ tang.}\, L + \tfrac{1}{3}\varphi \text{ tang.}\, L\left(\tfrac{1}{2} + \text{tang.}^2 L\right).$$

De la valeur de $(p\ b)$ on déduit, pour la latitude approchée de B,

$$1^q - (p\ b) = L - \tfrac{1}{2}\varphi^2 \text{ tang. } L.$$

La valeur de P est la différence en longitude entre les deux points A et B; enfin la valeur de b est celle de l'azimut cherché $P\ B\ A$.

Pour avoir plus exactement la latitude du point B, on remarquera qu'elle est égale au complément de l'angle $P\ N\ B$ ou de l'angle $P M B + N B M = p\ b + N B M$; mais à cause que l'angle $N A M$ est, à très-peu de chose près, égal à l'angle $N B M$, on aura

$$N B M = \frac{M\,N \cos.\ L}{r} = \psi.$$

Nous obtiendrons facilement $M\ N$ au moyen de la formule (8) du n.° 4; car si l'on y fait $n' = r$, on aura, abstraction faite du signe, $C M = e^2\ r \sin.\ L$. De même pour le point B dont la latitude est L', on aura $C\ N = e^2\ r' \sin.\ L'$; ainsi, à très-peu près,

$$M\ N = e^2\ r\ (\sin.\ L - \sin.\ L').$$

D'un autre côté, par les formules trigonométriques, on a

$$\sin. L - \sin. L' = 2 \sin. \left(\frac{L - L'}{2}\right) \cos. \left(\frac{L + L'}{2}\right);$$

d'où il suit que

$$MN = 2\, e^2\, r \sin.\, \frac{L - L'}{2} \cos.\, \frac{L + L'}{2}.$$

Dans la supposition que $L - L'$ est très-petit, on peut prendre l'arc pour le sinus, et mettre cos. L au lieu de cos. $\frac{L + L'}{2}$. Il vient alors

$$MN = e^2\, r\, (L - L')\cos.\, L.$$

Maintenant, si l'on fait attention que la latitude approchée de B est $L' = L - \frac{1}{2}\varphi^2$ tang. L, on aura

$$MN = e^2\, r\, (L - L + \tfrac{1}{2}\varphi^2 \text{ tang. } L) \cos.\, L$$

$$= \tfrac{1}{2} e^2 r \varphi^2 \text{ tang. } L \cos.\, L = \tfrac{1}{2} e^2\, r \varphi^2 \sin.\, L.$$

Il suit de là que l'angle $NBM = \frac{1}{2} e^2\, \varphi^2 \sin.\, L$ cos. L, et par conséquent que la latitude vraie de $B = 1^q - (pb) - \psi$ sera

$$L' = L - \tfrac{1}{2}\varphi^2 \text{ tang. } L - \tfrac{1}{2} e^2\, \varphi^2 \sin.\, L \cos.\, L.$$

A la rigueur, l'azimut calculé ci-dessus n'est lui-même qu'approché; car le véritable azimut de AB, par rapport au méridien PB, est l'angle formé par les plans PNB, ABN, puisque leur commune section ou la verticale du point B est la droite BN: mais nous allons démontrer, d'après le C.[en] Delambre, que la correction d'azimut est insensible.

Si l'on considère le point B comme le centre d'une sphère, les trois plans ABM, NBM,

A B N (*fig.* 7), formeront, par leur intersection avec sa surface, un triangle sphérique $a' M n$: or, dans ce triangle, nous connaissons l'angle $a' M n$; c'est l'azimut calculé. Nous connaissons en outre l'arc $n M$ ou l'angle $N B M = \psi$ qui est la correction de latitude ; et à cause de l'angle $AMB = \varphi$ on a, en considérant le triangle $A B M$ comme isocèle, arc $a' M = 1^q - \frac{\varphi}{2}$; donc si ξ désigne la correction d'azimut, et Z' l'azimut vrai compté du nord, auquel cas $Z' - \xi = a' M n$ sera l'azimut approché, on aura, comme l'on sait,

$$-\text{tang.}\, Z' = \frac{\sin.(Z'-\xi)}{\text{tang.}\frac{\varphi}{2}\sin.\psi - \cos.(Z'-\xi)\cos.\psi} ;$$

d'où

$$\text{tang.}(Z'-\xi) = \text{tang.}\, Z' \cos.\psi - \frac{\text{tang.}\, Z' \,\text{tang.}\frac{\varphi}{2}\sin.\psi}{\cos.(Z'-\xi)} ;$$

ajoutant de part et d'autre tang. Z', et changeant tous les signes, il viendra

$$\text{tang.}Z' - \text{tang.}(Z'-\xi) = \text{tang.}Z'(1-\cos.\psi) + \frac{\text{tang.}\, Z'\,\text{tang.}\frac{\varphi}{2}\sin.\psi}{\cos.(Z'-\xi)}.$$

Si l'on chasse le dénominateur, le premier membre pourra se mettre sous la forme

$$\cos.\xi\,(\text{tang.}\, Z'\cos.Z' - \sin.Z') + \sin.\xi\,(\text{tang.}\, Z'\sin.Z' + \cos.\, Z'),$$

et se réduire à $\frac{\sin.\xi}{\cos.Z'}$; à cause de tang. $Z' = \frac{\sin.Z'}{\cos.Z'}$ et de $\sin.^2 Z' + \cos.^2 Z' = 1$. L'équation précédente devient donc, en faisant attention que $1 - \cos.\psi = 2\sin.^2\frac{1}{2}\psi$, et que ξ est très-petit,

$$\xi = \sin.Z' \tang.\tfrac{1}{2}\varphi \sin.\psi + 2\sin.Z' \sin.^2\tfrac{1}{2}\psi \cos.(Z'-\xi).$$

Nous voyons par cette formule que ξ est inférieur à ψ qui est lui-même déjà fort petit : on peut donc toujours négliger la correction d'azimut, que l'on pourroit d'ailleurs calculer, puisque

$$\text{azimut vrai} = \text{azimut approché} + \xi.$$

Il résulte de ce qui précède, que si L est la latitude du point A (*fig. 7*), L' la latitude du point B, y la distance AB perpendiculaire sur le méridien de A, et r le rayon de la terre ou la normale au point A, on aura, en désignant par R le nombre de secondes décimales contenues dans ce rayon,

$$L' = L - \tfrac{1}{2}R\frac{y^2}{r^2}\tang.L - \tfrac{1}{2}Re^2\frac{y^2}{r^2}\sin.L\cos.L \ldots (a),$$

et réciproquement

$$L = L' + \tfrac{1}{2}R\frac{y^2}{r^2}\tang.L' + \tfrac{1}{2}Re^2\frac{y^2}{r^2}\sin.L'\cos.L' \ldots (b).$$

Comme e désigne l'excentricité de la terre, il

est visible que le dernier terme de ces formules sera presque toujours négligeable.

Les mêmes choses étant posées, on aura la différence de longitude des points A et B par cette formule:

$$P = \frac{Ry}{r \cos. L}\left(1 - \tfrac{1}{3}\frac{y^2}{r^2}\,\text{tang.}^2 L\right) \ldots \text{(c)},$$

et l'azimut de l'arc $B\,A$ ou l'angle $P\,B\,A$ sera

$$Z' = 1^q - \frac{Ry}{r}\,\text{tang.}\,L + \tfrac{1}{3} R\,\frac{y^3}{r^3}\,\text{tang.}\,L\left(\tfrac{1}{2} + \text{tang.}^2\,L\right) \ldots \text{(d)}.$$

Si l'on connaît seulement L', il faudra faire usage de la formule 5, *(n.° 9)*, et l'on aura

$$Z' = 1^q - R\,\frac{y}{r}\,\text{tang.}\,L' - \tfrac{1}{3} R\,\frac{y^3}{r^3}\,\text{tang.}\,L'\left(1 + \tfrac{1}{2}\text{tang.}^2\,L'\right) \ldots \text{(e)}.$$

Il arrive souvent que l'on n'a point immédiatement la latitude L du point A; mais alors on connaît nécessairement la distance x de ce point à la perpendiculaire du lieu principal de la carte: ainsi il convient de réduire x en parties de grade; et selon que x sera austral ou boréal par rapport à la perpendiculaire, on soustraira sa valeur de la latitude du lieu principal, ou bien on l'ajoutera à cette même latitude pour avoir celle du point A. La réduction dont il est question peut se déduire assez exactement de la valeur de φ exprimée en fonction de la latitude L du point A; car, à cause

de $\varphi = \frac{y}{r}$ et de $r = \frac{1}{(1 - e^2 \sin.^2 L)^{\frac{1}{2}}}$ (formule 7, n.° 4), on a

$$\varphi = y\,(1 - e^2 \sin.^2 L)^{\frac{1}{2}} = y\,(1 - \tfrac{1}{2} e^2 \sin.^2 L \ldots).$$

Dans cette équation, y est censé faire partie du rayon de l'équateur $= 1$; mais dans la pratique, ce rayon $= \rho$: ainsi il faudra substituer $\frac{y}{\rho}$ à la place de y, qui sera réduit en secondes par cette formule

$$\varphi = \frac{R'' y}{\rho}\,(1 - \tfrac{1}{2} e^2 \sin.^2 L);$$

et en y écrivant x au lieu de y, on aurait de même l'arc x réduit en parties de grade.

Pour la latitude $L = \frac{1}{4}\pi$ ou $= \frac{1^q}{2}$, on a $\sin.^2 L = \frac{1}{2}$, et alors

$$\varphi = \frac{R'' y}{\rho}\,(1 - \tfrac{1}{4} e^2).$$

Enfin, dans l'hypothèse que la terre est sphérique, on a $e = 0$; partant

$$\varphi = \frac{R'' y}{\rho}.$$

Application des Formules précédentes.

11. Soient $L = 44^{gr}, 10'$ la latitude du point A (*fig.* 7), et $y = 25960^{met.}$ la perpendiculaire AB à la méridienne AP; on demande la latitude de B, la différence de longitude de A et de B, et l'azimut de A observé du point B, ou l'angle ABP.

On calculera par la formule $r = \frac{\rho}{(1 - e^2 \sin.^2 L)^{\frac{1}{2}}}$ *(n.° 4,)* le rayon r de courbure de l'arc AB; ainsi

$$\begin{aligned}
&\log. e^2 \ldots\ldots = \text{l.}0.00597906 = 7.7766330 \\
&\log. \sin.^2 L = \text{l.}\sin.^2 44.^{gr}10' = \underline{9.6105034} \\
&\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad 1.0000000 \\
&\qquad\qquad\qquad\qquad - 7.3871364 = \underline{0.0024386} \\
&\qquad\qquad\qquad\qquad 1 - e^2 \sin.^2 L = 0.9975614
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&\log. \rho \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots = 6.8045306 \\
&\text{c. l. } (1 - e^2 \sin.^2 L)^{\frac{1}{2}} = \underline{0.0005302} \\
&\qquad\qquad \text{l. } r = 6.8050608.
\end{aligned}$$

Nous voilà parvenus au logarithme du rayon ; cherchons à présent la latitude de B par la formule (a).

$$\begin{aligned}
\log. y &= 4.4143047 \\
\text{c. l. } r &= \underline{3.1949392} \\
&\quad \underline{7.6092439} \\
\text{l. } \left(\frac{y^2}{r^2}\right) &= 5.2184878 \\
\text{l. } R'' \ldots &= 5.8038801 \\
\text{l. } 0.5 \ldots &= \underline{9.6989700} \\
&\quad 0.7213379 = M.
\end{aligned}$$

1.er Terme de la correction.

$$\begin{aligned}
M \ldots\ldots &= 0.7213379 \\
\text{l. tang. } L &= \underline{9.9190369} \\
&- 0.6403748 = 4''.3689
\end{aligned}$$

2.^e^ Terme.

$$\begin{aligned}
M \ldots &= 0.7213379 \\
\text{l. } e^2 \ldots &= 7.7766330 \\
\text{l. sin. } L &= 9.8052517 \\
\text{l. cos. } L &= \underline{9.8862148} \\
&- 8.1894374 = 0''.015468.
\end{aligned}$$

$$\begin{array}{lrl} & \text{Latitude } L = & 44^{gr}.100000 \\ 1.^{er} \text{ Terme } 4''.3689 & \left.\begin{array}{l} \\ \end{array}\right\}\ldots = & -0\ .000438 \\ 2.^{e} \quad 0.\ 0155 & & \\ & \text{Latitude } L' = & 44^{gr}.099562. \end{array}$$

On voit que l'on aurait pu négliger, sans inconvénient, le 2.[e] terme de la correction.

Pour calculer la différence de longitude, on fera usage de l'équation (c), et l'on aura

$$\begin{array}{l} \log.\frac{1}{3}\ldots\ldots = 9.5228787 \\ \text{l. } \frac{y^2}{r^2}\ldots\ldots = 5.2184878 \\ \text{l. tang.}^2\ldots\ldots = 9.8380738 \\ \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad 1.\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \quad - \overline{4.5794403} = 0.0000003797 \\ \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad \overline{0.9999996203} = N. \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \log. N\ldots\ldots = 9.9999984 \\ \text{l. } R''\ldots\ldots = 5.8038801 \\ \text{l. } \frac{y}{r}\ldots\ldots = 7.6092439 \\ \text{c. l. cos. } L\ldots = 0.1137852 \\ \text{l. } P\ldots\ldots = \overline{3.5269076} = 3364''.4. \end{array}$$

Donc la différence de longitude cherchée = $0^{gr}.33644$.

Il ne nous reste plus qu'à trouver l'azimut de *A* ou l'angle *P B A ;* c'est ce que donnera la formule (d), dont voici le calcul :

1.[er] Terme de la correction.

$$\begin{array}{ll} \log. R'' = 5.8038801 & \\ \text{l. } \frac{y}{r}\ldots = 7.6092439 & \qquad\qquad\qquad\qquad 0.5\ldots\ldots \\ \text{l. tang.} L = 9.9190369 & \text{l. tang.}^2 L = 9.8380738 = 0.68877 \\ \quad - \overline{3.3321609} = 2148''.63 & \qquad\qquad\qquad\qquad \overline{1.18877} = Q. \end{array}$$

2.e Terme.

$$\log. \tfrac{1}{3} = 9.5228787$$
$$l.\ R'' = 5.8038801$$
$$l.\ \tfrac{y^2}{r^2} = 2.8277317$$
$$l.\ Q = 0.0750979$$
$$+\ 8.2295884 = 0''.016966.$$

On a donc

$$\left.\begin{array}{l} 1.^{er}\text{Terme} - 2148''.63 \\ 2.^{e}\ldots\ldots + \quad 0\ .02 \end{array}\right\} = \begin{array}{r} 100^{gr}.000000 \\ \underline{0\quad .214861} \end{array}$$

$$Z' = 99^{gr}.785139 \text{ pour l'azimut cherché.}$$

La correction totale d'azimut $= 0^{gr}.214861$, s'appelle aussi l'angle de convergence des méridiens *PA*, *PB*.

Développement de la Méthode de Legendre *pour déterminer les Équations entre les longueurs des Arcs terrestres et les latitudes de leurs extrémités.*

12. La détermination de la longueur exacte du méridien a occupé dans tous les temps les géomètres les plus distingués ; et, lorsqu'il a été question en France d'établir le système métrique, elle a été encore l'objet des recherches de plusieurs savans. La nature de cet ouvrage ne permet pas d'entrer dans beaucoup de détails sur cette matière importante ; mais nous tâcherons de présenter avec clarté une des méthodes les plus élégantes et les plus exactes qui aient été proposées relativement à la mesure de la terre. Si un exposé concis suffisait

pour les personnes qui sont peu versées dans l'analyse, il ne s'agirait que de les renvoyer à l'excellent mémoire de Legendre; mais, pour celles-là, les éclaircissemens ne peuvent être superflus : nous pensons donc qu'en rétablissant d'une manière simple les intermédiaires des calculs de cet illustre géomètre, les jeunes mathématiciens saisiront mieux l'esprit de sa méthode.

Soit a le rayon CE de l'équateur *(figure 7)*, b le demi-axe CP ou le rayon mené au pôle, v le rayon vecteur AC, et φ l'angle PCA.

Si C est l'origine des coordonnées, et CE l'axe des abscisses, on aura évidemment

$$x = v \sin. \varphi, \quad y = v \cos. \varphi;$$

et, supposant d'abord que PAE est un arc elliptique, l'équation de ses points sera

$$a^2 y^2 + b^2 x^2 = a^2 b^2:$$

laquelle, étant changée en coordonnées polaires, deviendra

$$a^2 v^2 \cos.^2 \varphi + b^2 v^2 \sin.^2 \varphi = a^2 b^2;$$

d'où l'on tire

$$v^2 = \frac{a^2 b^2}{a^2 \cos.^2 \varphi + b^2 \sin.^2 \varphi}.$$

Soit α l'*aplatissement* de la terre, c'est-à-dire l'excès du grand axe sur le petit, en prenant le

grand axe pour unité. On aura, dans l'hypothèse actuelle, $b = a(1 - \alpha)$; de là,

$$v^2 = \frac{b^2}{1 - (2\alpha - \alpha^2)\sin.^2 \varphi};$$

et, en prenant la racine carrée,

$$v = b\left[1 + \left(\alpha - \tfrac{1}{2}\alpha^2\right)\sin.^2 \varphi + \tfrac{3}{2}\alpha^2 \sin.^4 \varphi\right],$$

en se bornant toutefois aux quantités de l'ordre α^2.

Pour abréger, écrivons cette équation ainsi :

$$v = b(1 + m \sin.^2 \varphi + n \sin.^4 \varphi) \ldots. \text{(A)}.$$

Celle-ci sera donc identique avec la précédente, si l'on a

$$m = \alpha - \tfrac{1}{2}\alpha^2, \quad n = \tfrac{3}{2}\alpha^2,$$

ou, comme m est peu différent de α, si $n = \frac{3}{2} m^2$. Ajoutant les deux égalités ci-dessus, on aura

$$m + n = \alpha + \alpha^2; \; (*)$$

ainsi, lorsque l'on connaîtra $m + n$, on aura la valeur de l'aplatissement.

(*) Ce premier résultat n'est pas absolument le même que celui de Legendre, parce que ce géomètre a supposé $a = b(1 + \alpha')$, c'est-à-dire qu'il a pris le petit axe pour unité de mesure : dans cette dernière hypothèse, on aurait $m = \alpha' - \frac{3}{2}\alpha'^2$, $n = \frac{3}{2}\alpha'^2$ et $m + n = \alpha'$. Au surplus, il est visible que si $\alpha' = \frac{1}{\beta}$ est l'aplatissement comparé au petit axe, $\frac{1}{\beta + 1} = \alpha$ sera l'aplatissement rapporté au grand axe.

L'hypothèse la plus générale que l'on puisse faire sur la nature de la courbe du méridien est exprimée par (A). Elle est confirmée par un grand nombre de recherches sur la théorie de l'équilibre des fluides ; et, si l'équation de condition $n = \frac{3}{2} m^2$ n'est pas satisfaite dans cette circonstance, elle servira au moins à faire juger jusqu'à quel point la figure du méridien approche de l'ellipse, et à indiquer que n est de l'ordre m^2.

Cela posé, soit S l'arc du méridien compris entre les deux rayons vecteurs a, v : on aura en général

$$dS = \sqrt{(dx^2 + dy^2)}.$$

Pour rendre cette différentielle de l'arc fonction de v et de φ, on différenciera les équations $x = v \sin.\varphi$, $y = v \cos.\varphi$, en regardant v et φ comme variables, et l'on aura

$$dx = \quad v\,d\varphi \cos.\varphi + dv \sin.\varphi,$$
$$dy = -v\,d\varphi \sin.\varphi + dv \cos.\varphi ;$$

lesquelles, étant élevées au carré, ajoutées et réduites, donneront

$$dx^2 + dy^2 = v^2\,d\varphi^2 + dv^2.$$

Il est remarquable que l'arc S diminue lorsque le rayon vecteur v augmente : ainsi

$$dS = -\sqrt{(v^2\,d\varphi^2 + dv^2)}.$$

Effectuant la racine, en observant que puisque dv est de l'ordre α, on peut s'arrêter aux quantités de l'ordre α^2 inclusivement, on trouvera

$$dS = -v\,d\varphi - \frac{dv^2}{2v\,d\varphi};$$

mais la différentielle de l'équation (A) est
$dv = b(2m\sin.\varphi\cos.\varphi\,d\varphi + 4n\sin.^3\varphi\cos.\varphi\,d\varphi)$;
élevant tout au carré, et divisant par $2\,v\,d\,\varphi$, il viendra

$$\frac{dv^2}{2v\,d\varphi} = \frac{4b^2m^2\sin.^2\varphi\cos.^2\varphi\,d\varphi^2}{2\,b\,d\varphi\,(1+m\sin.^2\varphi)} = 2\,b\,d\varphi\,m^2\sin.^2\varphi\cos.^2\varphi$$

en négligeant les autres termes ; donc

$$dS = -v\,d\varphi - \frac{dv^2}{2v\,d\varphi}$$
$$-\,b\,d\varphi\,(1 + m\sin.^2\varphi + n\sin.^4\varphi + 2\,m^2\sin.^2\varphi\cos.^2\varphi).$$

Pour intégrer cette équation, mettons sous la forme suivante la quantité qui est entre parenthèses ; c'est-à-dire, changeons tous les sinus en cosinus.

$$1 + m\sin.^2\varphi + n\sin.^4\varphi + 2\,m^2\sin.^2\varphi\cos.^2\varphi$$
$$= 1 + m + n + (2\,m^2 - 2\,n - m)\cos.^2\varphi$$
$$+ (n - 2\,m^2)\cos.^4\varphi;$$

ou pour abréger,

$$= M + N\cos.^2\varphi + P\cos.^4\varphi.$$

Si l'on indique seulement l'intégration de la formule ci-dessus, on aura

$$S = -b\left(M\int d\varphi + N\int d\varphi \cos.^2\varphi + P\int d\varphi \cos.^4\varphi\right).$$

Mais $\int d\,\varphi = \varphi$

$$\int d\varphi \cos.^2\varphi = \tfrac{1}{2}\int d\varphi \cos.\, 2\,\varphi + \tfrac{1}{2}\int d\varphi = \tfrac{1}{4}\sin.\, 2\,\varphi + \tfrac{1}{2}\,\varphi,$$

$$\int d\,\varphi \cos.^4\varphi = \tfrac{1}{8}\int d\varphi \cos.\, 4\,\varphi + \tfrac{1}{2}\int d\varphi \cos.\, 2\,\varphi + \tfrac{3}{8}\int d\varphi$$
$$= \tfrac{1}{32}\sin.\, 4\,\varphi + \tfrac{1}{4}\sin.\, 2\,\varphi + \tfrac{3}{8}\,\varphi;$$

donc

$$S = -b\varphi\left(M + \tfrac{1}{2}N + \tfrac{3}{8}P\right) - b\left(\tfrac{1}{4}N + \tfrac{1}{4}P\right)\sin.\, 2\,\varphi$$
$$- b\left(\tfrac{1}{32}P\right)\sin.\, 4\,\varphi + \text{const.}$$

Remettant les valeurs de M, N, P, on aura enfin

$$S = -b\,\varphi\left(1 + \frac{m}{2} + \frac{3n}{8} + \frac{m^2}{4}\right)$$
$$+ b\left(\tfrac{1}{4}m + \tfrac{1}{4}n\right)\sin.\, 2\,\varphi$$
$$+ b\left(\frac{m^2}{16} - \frac{n}{32}\right)\sin.\, 4\,\varphi + \text{const.}$$

La constante se détermine en faisant $\varphi = 1^q$, q désignant le quadrant : or, dans ce cas, $S = 0$, $\sin.\, 2\,\varphi = 0$, $\sin 4\,\varphi = 0$; et partant,

$$\text{const.} = 1^q.\, b\left(1 + \frac{m}{2} + \frac{3n}{8} + \frac{m^2}{4}\right).$$

Il suit de là que

$$\left.\begin{aligned} S = b&\left(1 + \frac{m}{2} + \frac{3n}{8} + \frac{m^2}{4}\right)(1^q - \varphi) \\ &+ b\left(\tfrac{1}{4}m + \tfrac{1}{4}n\right)\sin.\, 2\,\varphi \\ &+ b\left(\frac{m^2}{16} - \frac{n}{32}\right)\sin.\, 4\,\varphi \end{aligned}\right\}\ldots\ \text{(B)}.$$

Il convient maintenant d'introduire à la place de l'angle φ la latitude L de l'extrémité de l'arc. Pour cet effet, imaginons un rayon vecteur CR (*fig. 8*), infiniment proche de CA; et du point C comme centre, avec un rayon AC, décrivons l'arc AQ qui pourra être considéré sensiblement comme une corde perpendiculaire au rayon vecteur AC. Imaginons en outre la droite AR, tangente à la courbe au point A, et prolongeons vers Z les droites CA, LA; il est évident alors que l'angle $CAL = ZAV$ sera, à très-peu près, égal à l'angle RAQ.

Cela posé, soit $CAL = \psi$, on aura, en conservant les mêmes dénominations que ci-dessus,

$$L = 1^q - \varphi + \psi, \text{ d'où } \psi = \varphi + L - 1^q;$$

donc tang. ψ = tang. $(\varphi + L - 1^q)$.

D'un autre côté, le triangle CAQ, supposé rectangle en A, donne $AQ = v\,d\varphi$; et comme le triangle AQR est lui-même sensiblement rectangle en Q, et que $QR = dv$, on aura

$$\text{tang. } QAR \text{ ou tang. } \psi = \frac{dv}{v\,d\varphi} = \text{tang. } (\varphi + L - 1^q).$$

L'angle ψ étant fort petit, on peut, sans erreur sensible, faire

$$\varphi + L - 1^q = \frac{dv}{v\,d\varphi}.$$

De

De là résulte

$$L = 1^q - \varphi + \frac{dv}{v\,d\varphi} = 1^q - \varphi + 2\,\text{sin.}\,\varphi\,\text{cos.}\,\varphi$$
$$[m + (2n - m^2)\,\text{sin.}^2\,\varphi],$$

ou à cause de

$$2\,\text{sin.}\,\varphi\,\text{cos.}\,\varphi = \text{sin.}\,2\,\varphi,\ \text{et de sin.}^2\,\varphi = \frac{1 - \text{cos.}\,2\,\varphi}{2};$$
$$L = 1^q - \varphi + (m + n - \tfrac{1}{2}\,m^2)\,\text{sin.}\,2\,\varphi$$
$$+ \left(\frac{m^2}{4} - \frac{n}{2}\right)\text{sin.}\,4\,\varphi \ldots\ldots\ldots (C).$$

Pour trouver maintenant φ en fonction de L, on remarquera que l'on a d'abord, à peu de chose près, $\varphi = 1^q - L$, et par conséquent

$$\text{sin.}\,2\,\varphi = \text{sin.}\,(2^q - 2\,L) = \text{sin.}\,2\,L;$$
$$\text{sin.}\,4\,\varphi = \text{sin.}\,(4^q - 4\,L) = -\,\text{sin.}\,4\,L.$$

Ces deux dernières valeurs étant introduites dans l'équation (C), on aura d'une manière plus approchée

$$\varphi = 1^q - L + \left(m + n - \frac{m^2}{2}\right)\text{sin.}\,2\,L - (\tfrac{1}{4}m^2 - \tfrac{1}{2}n)\,\text{sin.}\,4\,L,$$

ou, pour abréger, $\varphi = 1^q - L + x$; x étant, comme l'on voit, une très-petite quantité.

Substituant derechef cette dernière valeur dans la même équation (C), on aura, pour plus grande approximation,

$$\varphi = 1^q - L + \left(m + n - \frac{m^2}{2}\right)\text{sin.}\,(2^q - 2\,L + 2\,x)$$
$$+ (\tfrac{1}{4}m^2 - \tfrac{1}{2}n)\,\text{sin.}\,(4^q - 4\,L + 4\,x);$$

or,

$$\left.\begin{array}{l}\sin.(2^q - 2L + 2x) = \sin.2L - 2x\cos.2L \\ \sin.(4^q - 4L + 4x) = -\sin.4L + 4x\cos.4L\end{array}\right\} \ldots (D);$$

donc

$$\varphi = 1^q - L + \left(m + n - \frac{m^2}{2}\right)(\sin.2L - 2x\cos.2L)$$
$$+ \left(\tfrac{1}{4}m^2 - \frac{n}{2}\right)(-\sin.4L + 4x\cos.4L).$$

Développant, en s'arrêtant toujours aux quantités du même ordre, et éliminant x, on obtiendra définitivement

$$\varphi = 1^q - L + \left(m + n - \frac{m^2}{2}\right)\sin.2L - \left(\tfrac{5}{4}m^2 - \frac{n}{2}\right)\sin.4L,$$

ou, pour abréger, $\varphi = 1^q - L + y$.

Cette valeur étant substituée dans l'équation désignée par (B), on aura, à cause des formules (D) et de $y = \left(m + n - \frac{m^2}{2}\right)\sin.2L$
$- \left(\tfrac{5}{4}m^2 - \frac{n}{2}\right)\sin.4L$,

$$S = b\left[\left(1 + \frac{m}{2} + \frac{3n}{8} + \frac{m^2}{4}\right)L - \tfrac{3}{4}(m+n)\sin.2L\right.$$
$$\left. + \tfrac{15}{16}(m^2 - \tfrac{1}{2}n)\sin.4L.\right] \ldots\ldots\ldots (E).$$

Soit M le quart du méridien, on aura, en fai-

sant $L = \frac{1}{2}\pi$, π étant la demi-circonférence d'un cercle dont le rayon $= 1$,

$$S = M = b\left(1 + \frac{m^2}{2} + \tfrac{3}{8}n + \frac{m^2}{4}\right)\tfrac{1}{2}\pi;$$

et partant

$$\frac{M}{\frac{1}{2}b\pi} = \left(1 + \frac{m}{2} + \tfrac{3}{8}n + \frac{m^2}{4}\right) \ldots\ldots \text{(F)}.$$

Si l'on divise, par le second membre de cette équation, $m + n$ coefficient de sin. $2\,L$, et $m^2 - \frac{n}{2}$ coefficient de sin. $4\,L$, et qu'on néglige les termes très-petits, les quotiens seront respectivement

$$(m+n)\left(1 + \frac{m}{2} + \tfrac{3}{8}n + \tfrac{1}{4}m^2\right)^{-1} = m + n - \frac{m^2}{2},$$

$$\left(m^2 - \frac{n}{2}\right)\left(1 + \frac{m}{2} + \tfrac{3}{8}n + \tfrac{1}{4}m^2\right)^{-1} = m^2 - \tfrac{1}{2}n;$$

ainsi, à très-peu-près,

$$m + n = \left(m + n - \frac{m^2}{2}\right)\frac{M}{\frac{1}{2}\pi.b},$$

$$m^2 - \frac{n}{2} = \left(m^2 - \frac{n}{2}\right)\frac{M}{\frac{1}{2}\pi.b};$$

de là l'équation (E) deviendra

$$S = M\left[\frac{L}{\frac{1}{2}\pi} - \tfrac{3}{4}\left(\frac{m + n - \frac{1}{2}m^2}{\frac{1}{2}\pi}\right)\text{sin. } 2\,L + \tfrac{15}{96}\left(\frac{m^2 - \frac{n}{2}}{\frac{1}{2}\pi}\right)\text{sin. } 4\,L\right];$$

donc, si S' est un autre arc terminé d'un côté à la latitude de L' et de l'autre à l'équateur, on aura visiblement

$$S'-S=M\left[\frac{L'-L}{\frac{1}{2}\pi}-\frac{3}{4}\left(\frac{m+n-\frac{m^2}{2}}{\frac{1}{2}\pi}\right)(\sin.2L'-\sin.2L)\right.$$
$$\left.+\frac{15}{16}\left(\frac{m^2-\frac{1}{2}n}{\frac{1}{2}\pi}\right)(\sin.4L'-\sin.4L)\right].$$

Telle est l'équation qui donne la relation entre un arc quelconque $S'-S$ du méridien, et les latitudes de ses extrémités. On voit que de cette équation on tirera immédiatement la longueur du quart du méridien M, dès que l'on connaîtra les coefficiens m, n.

Si pour abréger l'on fait

$$p=\frac{3}{4}\frac{(m+n-\frac{m^2}{2})}{\frac{1}{2}\pi},\; q=\frac{15}{16}\frac{(m^2-\frac{1}{2}n)}{\frac{1}{2}\pi},$$

on aura

$$S'-S=M\left(\frac{L'-L}{\frac{1}{2}\pi}-p(\sin.2L'-\sin.2L)\right.$$
$$\left.+q(\sin.4L'-\sin.4L)\right)\ldots\text{(G)}.$$

On peut regarder p et q comme les coefficiens inconnus; et comme q est beaucoup plus petit que p, il n'y a pas d'inconvénient, dans une première approximation, à négliger le terme qui contient q.

Appelons L, L', L'', L''', L'''', les latitudes res-

pectives des points P, P', P'', P''', P'''', situés sur le même méridien, et supposons $L < L' < L'' < L''' < L''''$; appelons pareillement S, S', S'', S''', S'''', les arcs du méridien compris depuis l'équateur jusqu'à ces différens points. L'équation précédente, appliquée successivement aux deux arcs SS'', $S''S''''$ donnera, en négligeant q, les deux équations

$$\left.\begin{aligned} S''-S &= M\,\frac{L''-L}{\frac{1}{2}\pi}-Mp(\sin.2\,L''-\sin.2\,L)\,, \\ S''''-S'' &= M\,\frac{L''''-L''}{\frac{1}{2}\pi}-Mp(\sin.2\,L''''-\sin.2\,L'')\,; \end{aligned}\right\}(\mathrm{H}),$$

d'après lesquelles il sera facile de déterminer les valeurs de m et p, qui doivent être déjà fort approchées, puisqu'on ne néglige que des quantités de l'ordre α^2.

Soient M° et p° les premières valeurs approchées de M et p : pour en avoir de plus exactes on fera $M = M^{\circ}(1+x)$, $Mp = M^{\circ}p^{\circ}(1+y)$, $Mq = M^{\circ}z$: puis substituant dans l'équation générale (G) les quantités relatives aux quatre arcs SS'', $S''S''''$, SS''', $S'S''''$, on aura les quatre équations

$$\frac{S''-S}{M^{\circ}}=\frac{L''-L}{\frac{1}{2}\pi}(1+x)-p^{\circ}(1+y)(\sin.2\,L''-\sin.2\,L)$$
$$+z(\sin.4\,L''-\sin.4\,L),$$

$$\frac{S^{\text{IV}}-S''}{M^\circ}=\frac{L^{\text{IV}}-L''}{\frac{1}{2}\pi}(1+x)-p^\circ(1+y)(\sin.2L^{\text{IV}}-\sin.2L'')$$
$$+z(\sin.4L^{\text{IV}}-\sin.4L'')$$
$$\frac{S'''-S}{M^\circ}=\frac{L'''-L}{\frac{1}{2}\pi}(1+x)-p^\circ(1+y)(\sin.2L'''-\sin.2L)$$
$$+z(\sin.4L'''-\sin.4L)$$
$$\frac{S^{\text{IV}}-S'}{M^\circ}=\frac{L^{\text{IV}}-L'}{\frac{1}{2}\pi}(1+x)-p^\circ(1+y)(\sin.2L^{\text{IV}}-\sin.2L')$$
$$+z(\sin.4L^{\text{IV}}-\sin.4L').$$

Mais M° et p° ayant été déterminées par les équations (H), il est visible que les deux premières ci-dessus se réduisent à

$$o=\frac{L''-L}{\frac{1}{2}\pi}x-y(\sin.2L''-\sin.2L)+z(\sin.4L''-\sin.4L),$$
$$o=\frac{L^{\text{IV}}-L''}{\frac{1}{2}\pi}x-y(\sin.2L^{\text{IV}}-\sin.2L'')+z(\sin.4L^{\text{IV}}-\sin.4L'');$$

de sorte que l'on aura quatre équations de cette forme.

$$\left.\begin{array}{l} o=f\ x-g\ y+h\ z \\ o=f'\ x-g'\ y+h'\ z \\ e''=f''\ x-g''\ y+h''\ z \\ e'''=f'''\ x-g'''\ y+h'''\ z \end{array}\right\}\ldots(\text{J});$$

desquelles il faut tirer les valeurs de x, y, z. Dans ce genre d'analyse, dont les questions astronomiques offrent beaucoup d'exemples, il ne faut pas chercher à résoudre exactement trois des équations;

ce qui ferait porter toute l'erreur sur la quatrième : mais il faut tâcher de compenser les erreurs de manière qu'elles portent à-peu-près également sur toutes les quatre ; c'est ce qui n'offrira point de difficulté lorsque l'on aura fait la substitution des coefficiens numériques.

La valeur de x étant connue, on aura immédiatement la longueur du quart du méridien $M = M^{o}(1 + x)$, qui est l'objet principal de ces recherches. Ensuite les valeurs de y et z donneront des notions précieuses sur la figure du méridien.

On aura d'abord

$$p = \frac{p^{o}(1 + y)}{1 + x}, \text{ et } q = \frac{z}{1 + x},$$

ou simplement, en effectuant les divisions,

$$p = p^{o}(1 + y - x), q = z.$$

Mais l'on a fait

$$p \doteq \tfrac{3}{4} \cdot \frac{m + n - \frac{1}{2} m^{2}}{\frac{1}{2}\pi}, q = \tfrac{15}{16} \frac{m^{2} - \frac{1}{2} n}{\frac{1}{2}\pi};$$

soit donc $\frac{2}{3} p \pi + \frac{16}{15} q \pi = \mu$; on aura $\mu \doteq \frac{3}{2} m^{2} + m$, d'où $m \doteq \mu - \frac{3}{2} m^{2}$; et comme m est fort petit, on peut, pour première approximation, faire $m = \mu$; donc plus exactement

$$m = \mu - \tfrac{3}{2} \mu^{2};$$

enfin de la valeur précédente de q, on tire

$$n = 2 m^{2} - \tfrac{16}{15} q \pi.$$

La quantité $m+n$ est donc connue maintenant : ainsi, en vertu de la note qui précède, on a

$$m+n=\alpha'=\frac{1}{\beta}.$$

Donc l'aplatissement de la terre a pour valeur

$$\alpha=\frac{1}{\beta+1}.$$

Enfin, si la courbe du méridien, qui a pour équation

$$v=b\,(1+m\sin.^2\varphi+n\sin.^4\varphi),$$

est une ellipse, il faudra, comme nous l'avons déjà dit, que $n-\frac{3}{2}m^2=0$, ou, ce qui revient au même, que l'équation $\frac{1}{2}m^2-\frac{16}{15}q\,\pi=0$ soit satisfaite.

Quant à la valeur du demi-petit axe b, on voit bien qu'elle se tire de l'équation

$$M=b\,(1+\tfrac{1}{2}m+\tfrac{3}{8}n+\tfrac{1}{4}m^2)\,\tfrac{1}{2}\pi;$$

et puis, par cette formule,

$$b=a\,(1-\alpha),$$

on aura la valeur du rayon a de l'équateur, que nous avons désigné par ρ dans le n.° 10.

13. Il ne serait pas difficile de prouver que la normale $AM=r$ *(fig. 7)* a pour expression

$$r=b\,(1+2\,m-m\cos.^2 L).$$

Ensuite, par la méthode du n.° 10, on arriverait à

$$CN = 2mr \sin. L',\ MN = mr\varphi^2 \sin. L,$$
$$\text{angle } NBM = m\,\varphi^2 \sin. L \cos. L,$$

et l'on conclurait alors que

$$L' = L - \tfrac{1}{2}\,\varphi^2 \text{ tang. } L - m\,\varphi^2 \sin. L \cos. L.$$

Réciproquement l'on aurait

$$L = L' + \tfrac{1}{2}\varphi^2 \text{ tang. } L' + m\,\varphi^2 \sin. L' \cos. L',$$

en conservant la notation du numéro cité.

Nous ne pousserons pas plus loin ces recherches analytiques, parce que ceux qui desireraient d'autres détails sur la théorie actuelle, envisagée sous le point de vue le plus général, pourront consulter l'ouvrage immortel du C.en Laplace (Mécanique céleste, *tome II*).

APPENDICE.

Je me suis attaché, dans le cours de ce Mémoire, à démontrer et à appliquer les formules de Legendre qui servent à déterminer les latitudes et les longitudes des lieux situés sur le sphéroïde elliptique; mais comme les formules de Delambre sur ce sujet sont elles-mêmes très-rigoureuses et très-commodes pour le calcul, je vais les rassembler ici, en renvoyant, quant à leurs démonstrations, aux belles *Méthodes analytiques pour la détermination d'un arc du méridien.*

La différence des méthodes qu'emploient ces deux géomètres, pour calculer la position respective des lieux de la terre, consiste en ce que Legendre adopte, pour distance de deux points, l'arc de grand cercle compris entre leurs verticales; tandis que Delambre prend, pour cette distance, la corde du même arc. A la vérité, l'excès de l'arc sur sa corde est souvent insensible dans les opérations géodésiques, même les plus délicates: cependant, lorsqu'on vise à une grande précision, l'on ne doit point négliger d'y avoir égard. Or, si l'on désigne par b le côté d'un triangle sphérique très-peu courbe, pour une sphère dont le rayon $= 1$, et par k la corde correspondante, on aura, par la première des séries (A) *n.° 9*,

$$b - 2\sin.\tfrac{1}{2}b = b - k = \frac{b^3}{24}.$$

Lorsque B est la longueur d'un arc et K celle de sa corde, pour un rayon $= \rho$, on a évidemment

$$b = \frac{B}{\rho};$$

donc $b - k$ ou $\varepsilon = \frac{1}{24} \frac{B^3}{\rho^3}$.

Tel est l'excès de l'arc sur sa corde, dans la supposition que b fait partie du rayon pris pour unité : mais cet excès sera donné en mêmes mesures que le rayon de la terre, en multipliant par ρ la valeur de ε ; c'est-à-dire qu'alors

$$B - K \text{ ou } \Sigma = \frac{1}{24} \frac{B^3}{\rho^2}.$$

Enfin l'on aura Σ en secondes, à l'aide de la formule

$$\frac{1}{24} R'' \frac{B^3}{\rho^3}.$$

Cela posé, soient

φ l'arc exprimé en secondes, correspondant à la corde K d'un arc terrestre, c'est-à-dire, à un côté de triangle ;

L la latitude connue d'une extrémité de K,

L' la latitude cherchée de l'autre extrémité,

M la longitude connue
M' la longitude cherchée } comptées du sud à l'ouest de 0 ^{gr} à 400 ^{gr}.

Z l'azimut connu
Z' l'azimut cherché } comptés de même :

on aura

$$\varphi = \frac{R'' K}{\rho} \left(1 - \tfrac{1}{2} e^2 \sin.^2 L \right).$$

$L' = L - (\varphi \cos. Z + \frac{1}{2} \varphi \sin. \varphi \sin.^2 Z \text{ tang. } L)$
$(1 + e^2 \cos.^2 L).$

$Z' = 2^q + Z - \varphi \sin. Z \text{ tang. } L' - \frac{1}{4} \varphi \sin. \varphi \sin. 2 Z.$

$M' = M + \varphi \frac{\sin. Z}{\cos. L'}.$

Lorsque, dans ces trois dernières équations, l'on fait $Z = 1^q$ et sin. $\varphi = \varphi$, l'on retrouve les premiers termes des formules analogues du numéro 10.

Par LOUIS PUISSANT,

Ingénieur-Géographe, ex-Professeur de mathématiques aux Écoles nationales.

CORRECTIONS et ADDITIONS à faire dans le Chapitre II, des Opérations géodésiques, *1.er numéro du Mémorial.*

PAGE 53, ligne 7 : s'y, *lisez* se.

Page 75, ligne 11 : rapport, *lisez* support.

Réduction d'un angle horizontal à l'angle des cordes.

Page 113, ligne 5, *lisez :*

EXEMPLE.

Soit proposé de réduire à l'angle des cordes l'angle horizontal 61° 10' 49".3, compris entre deux côtés de 8769 et 10451 toises, à la latitude de 49°20'. Ces côtés étant respectivement désignés par k et K, on exprimera en minutes les arcs auxquels ils correspondent, par la formule $K\left(\frac{1-\frac{1}{2}e^2 \sin.^2 L}{R \sin. 1'}\right)$. Calculons d'abord le facteur $\frac{1-\frac{1}{2}e^2 \sin.^2 L}{R \sin. 1'}$ que nous désignerons par M.

log. sin.^{2} L...... $=$ 9.7599268
log. e^2.......... $=$ 7.7766329
log. 0.5......... $=$ 9.6989700

log. $\frac{1}{2}e^2 \sin.^2 L =$ 7.2355297 $=$ nombre..... 0.00172000
$1-\frac{1}{2}e^2 \sin.^2 L =$ 0.99828000

log. $(1-\frac{1}{2}e^2 \sin.^2 L)$. $=$ 9.9992524
comp. log. sin. 1'..... $=$ 3.5362739
comp. log. R en toises.. $=$ 3.4852895

7.0208158 $=$ log. M

ensuite on aura

log. M........7.02082	log. M......... 7.02082
log. k = 8769...3.94295	log. K = 10451...4.01916
0.96377 = 9'.20	1.03998 = 10'.96

Ainsi $P = 10'.96$, $Q = 9'.20$.

Le reste comme à la page citée.

Observation azimutale.

Page 136, ligne 7 : *lisez*

Type du calcul.

log. cos. P = — 9.1555425		
log. sin. H = 9.8701003	log. cos. H... = 9.8267052	
log. sin. C = 9.9731064	log. cos. C... = 9.5331395	
— 0.0997124...8.9987492	+ 0.2290048...9.3598447	
+ 0.2290048		
— 0.0997124		

cos. B = + 0.1292924. log. cos. B = 9.11155729.

Donc $B = 82° 34' 16''.67$ = distance vraie du soleil au zénit. B serait plus grand que 90°, si cos. B était négatif.

compl. log. sin. B... = 0.0036578
log. sin. P......... = 9.9955092
log. sin. C......... = 9.9731064

log. sin. PZS ou sin. Z = 9.9722734; donc $Z = 69° 44' 36''.79$.

Cette solution ne fait pas connaître si Z est plus petit ou plus grand que 90°, &c.

Page 137, ligne 15 : *lisez*

B = ... 82° 34′ 16″.67
Réfraction moyenne pour cette distance (table VI ci-après) — 6 49 .35
Correction de température (table VII ci-après) (*). . . . . . + 0 28 .65
Parallaxe du soleil, le 4 thermidor à 7°.25′ de hauteur. . . . + 0 8 .31

B' = hauteur apparente du soleil . . . . 82° 28′ 4″ .28

A..	90°	21′	10″				
B'..	82	28	4.28				
D..	67	19	34.7				
$(A+B'+D)$. =	240	8	48.98				
$\left(\frac{A+B'+D}{2}\right)$ =	120	4	24.49		120°	4′	24″.49
A =	90	21	10.	B' =	82	28	4.28
R =	29°	43′	14″.49	R' =	37°	36′	20″.21.

compl. log. sin. A. 0.0000082
compl. log. sin. B' 0.0037636
log. sin. R. 9.6952823
log. sin. R'. 9.7854884
log. sin.² $\frac{1}{2}Z'$. . . . . . . = 19.4845425
log. sin. $\frac{1}{2}Z'$. . . . . . . = 9.7422712 ;

donc

$$\tfrac{1}{2} Z' = 33°\ 32'\ 0''.06, \text{ et } Z' = 67°\ 4'\ 0''.12$$

Ainsi la distance de l'objet terrestre au centre du

(*) Il faut avoir attention de prendre toujours la correction de température donnée par la table VII, avec un signe contraire à celui qui convient au facteur $(x+y+xy)$ désigné dans cette table, parce que la *réfraction absolue* $= r \pm dr$ (r désignant la réfraction moyenne, et dr sa correction) doit entrer en moins dans le calcul des angles azimutaux.

soleil, comptée sur l'horizon, $= 67° 4' 0''.12$, qu'il faudrait encore réduire au centre de la station, s'il y avait lieu, &c.

Page 138, ligne 16 : *lisez*

Ainsi l'azimut vrai serait, dans notre exemple, $= 180° - (69° 44' 36''.79 + 67° 4' 0''.12) = 43° 11' 23''.09$.

Le reste comme à la page citée.

TABLES

TABLES

DES RÉFRACTIONS MOYENNES

ET DE LEURS CORRECTIONS

POUR

LES DISTANCES VRAIES AU ZÉNIT.

TABLE VI.

Des Réfractions moyennes pour les distances vraies au zénit.

Dist. v.	Réfrac.	*Diff.*	Dist. v.	Réfrac.	*Diff.*	Dist. v.	Réfrac.	*Diff.*
°	′ ″	″	°	′ ″	″	°	′ ″	″
0	0 0.0	1.0	25	0 26.4	1.2	50	1 7.4	2.4
1	1.0	1.0	26	27.6	1.3	51	1 9.8	2.6
2	2.0	1.0	27	28.9	1.2	52	1 12.4	2.6
3	3.0	1.0	28	30.1	1.3	53	1 15.0	2.8
4	4.0	1.0	29	31.4	1.3	54	1 17.8	2.9
5	5.0		30	32.7		55	1 20.7	
		1.0			1.3			3.1
6	6.0	1.0	31	34.0	1.4	56	1 23.8	3.2
7	7.0	1.0	32	35.4	1.4	57	1 27.0	3.4
8	8.0	1.0	33	36.8	1.4	58	1 30.4	3.6
9	9.0	1.0	34	38.2	1.5	59	1 34.0	3.8
10	10.0		35	39.7		60	1 37.8	
		1.0			1.5			4.0
11	11.0	1.0	36	41.2	1.5	61	1 41.8	4.3
12	12.0	1.1	37	42.7	1.6	62	1 46.1	4.6
13	13.1	1.0	38	44.3	1.6	63	1 50.7	4.9
14	14.1	1.1	39	45.9	1.6	64	1 55.6	5.2
15	15.2		40	47.5		65	2 0.8	
		1.0			1.7			5.7
16	16.2	1.1	41	49.2	1.8	66	2 6.5	6.1
17	17.3	1.1	42	51.0	1.8	67	2 12.6	6.5
18	18.4	1.1	43	52.8	1.9	68	2 19.1	7.3
19	19.5	1.1	44	54.7	1.9	69	2 26.4	7.9
20	20.6		45	56.6		70	2 34.3	
		1.1			2.0			8.7
21	21.7	1.2	46	58.6	2.1	71	2 43.0	9.5
22	22.9	1.1	47	1 0.7	2.1	72	2 52.5	10.6
23	24.0	1.2	48	1 2.8	2.3	73	3 3.1	11.9
24	25.2	1.2	49	1 5.1	2.3	74	3 15.0	13.2
25	26.4		50	1 7.4		75	3 28.2	

Suite de la TABLE VI.

Des Réfractions moyennes pour les distances vraies au zénit.

Dist. v.	Réfrac.	*Diff.*	Dist. v.	Réfrac.	*Diff.*	Dist. v.	Réfrac.	*Diff.*
°	′ ″	″	° ′	′ ″	″	° ′	′ ″	″
75	3 28.2	15.1	84 0	8 13.8	11.9	89 0	21 57.3	57.4
76	3 43.3	17.2	10	8 25.7	12.5	10	22 54.7	60.6
77	4 0.5	19.8	20	8 38.2	13.0	20	23 55.3	63.6
78	4 20.3	23.0	30	8 51.2	13.7	30	24 58.9	66.9
79 ′	4 43.3	27.1	40	9 4.9	14.3	40	26 5.8	70.1
80 0	5 10.4	5.1	50	9 19.2	14.9	50	27 15.9	73.5
10	5 15.5	5.2	85 0	9 34.1	15.7	90 0	28 29.4	76.8
20	5 20.7	5.3	10	9 49.8	16.5	10	29 46.2	79.9
30	5 26.0	5.5	20	10 6.3	17.3	20	31 6.1	83.2
40	5 31.5	5.7	30	10 23.6	18.2	30	32 29.3	86.5
50	5 37.2	5.9	40	10 41.8	19.2	40	33 55.8	89.6
81 0	5 43.1	6.0	50	11 1.0	20.2	50	35 25.4	92.8
10	5 49.1	6.3	86 0	11 21.2	21.0	91 0	36 58.2	
20	5 55.4	6.5	10	11 42.2	22.5			
30	6 1.9	6.7	20	12 4.7	23.6			
40	6 8.6	6.9	30	12 28.3	24.9			
50	6 15.5	7.2	40	12 53.2	26.2			
82 0	6 22.7	7.4	50	13 19.4	27.9			
10	6 30.1	7.7	87 0	13 47.3	29.4			
20	6 37.8	8.0	10	14 16.7	31.0			
30	6 45.8	8.3	20	14 47.7	32.9			
40	6 54.1	8.6	30	15 20.6	34.8			
50	7 2.7	9.0	40	15 55.4	37.3			
83 0	7 11.7	9.3	50	16 32.7	38.5			
10	7 21.0	9.7	88 0	17 11.2	41.3			
20	7 30.7	10.1	10	17 52.6	43.6			
30	7 40.8	10.5	20	18 36.2	45.8			
40	7 51.3	11.0	30	19 22.0	49.1			
50	8 2.3	11.5	40	20 11.1	51.7			
84 0	8 13.8		50	21 2.8	54.5			
			89 0	21 57.3				

TABLE VII.

De correction pour les Réfractions.

Baromètre.		
—	+	x
p. l.	p. l.	
28 0	28 0	0.0000
27 11	1	0.0030
10	2	0.0060
9	3	0.0089
8	4	0.0119
7	5	0.0149
6	6	0.0179
5	7	0.0208
4	8	0.0238
3	9	0.0268
2	10	0.0298
1	11	0.0327
27 0	29 0	0.0357
26 11	1	0.0387
10	2	0.0417
9	3	0.0446
8	4	0.0476
7	5	0.0506
6	6	0.0536
5	7	0.0565
4	8	0.0595
3	9	0.0625
2	10	0.0655
1	11	0.0685
26 0	30 0	0.0714

Thermomètre.		
Deg.	y	*Diff.*
+ 30	— 0.0992	45
29	0.0947	45
28	0.0902	46
27	0.0856	47
26	8.0809	47
25	0.0762	47
+ 24	— 0.0715	47
23	0.0668	49
22	0.0619	49
21	0.0570	49
20	0.0521	50
+ 19	— 0.0471	50
18	0.0421	50
17	0.0371	52
16	0.0319	52
15	0.0267	52
+ 14	— 0.0215	53
13	0.0162	53
12	0.0109	54
11	0.0055	55
10	0.0000	55
+ 9	+ 0.0055	56
8	0.0111	57
7	0.0168	57
6	0.0225	58
5	0.0283	

USAGE de ces Tables.

Avec la hauteur du baromètre, prenez, dans la première table, un nombre x, auquel vous donnerez le signe—, si le baromètre est au-dessous de 28 pouces o lig., et le signe + dans le cas contraire.

Avec la hauteur du thermomètre, prenez, dans la seconde table, un nombre y avec le signe qui le précède.

La fonction de $(x+y+xy)$ sera le facteur par lequel il faudra multiplier la réfraction moyenne, pour avoir la correction dont cette réfraction a besoin.

Le plus souvent on pourra négliger

Suite de la Table VII.

De correction pour les Réfractions.

Baromètre.		
—	+	*x*
p. l.	p. l.	
25 11	1	0.0744
10	2	0.0774
9	3	0.0804
8	4	0.0833
7	5	0.0863
25 6	30 6	0.0893
—	+	*x*

Thermomètre.		
Deg.	*y*	*Diff.*
+ 4	+0.0341	58
3	0.0400	59
2	0.0460	60
1	0.0521	61
0	0.0582	61
		62
— 1	+0.0644	
2	0.0706	62
3	0.0770	64
4	0.0834	64
5	0.0899	65
		65
— 6	+0.0964	
7	0.1031	67
8	0.1098	67
9	0.1157	69
10	0.1166	69
		70
— 11	+0.1236	
12	0.1306	70
13	0.7136	70
14	0.1448	72
15	0.1521	73

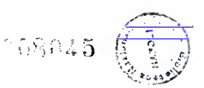
USAGE
de ces Tables.

le produit xy; mais en le formant, il faut faire attention aux signes algébriques de x et y.

TABLE DES ARTICLES

Contenus dans le N.° 5, *Topographie.*

FIN DE LA TABLE.



ERRATA.

PAGE 8, ligne première : pour rendre uniformes les arpentages, *lisez* pour obtenir des arpentages uniformes.

Page 12, lignes 3 et 4, à la fin de chaque série, *au lieu du point, mettez le signe* :: &c.

Page 14, ligne 10, *après* permet, *mettez une virgule.*

Page 15, ligne 22: la Commission en insistant pour qu'on ne néglige pas, *lisez* la Commission en insistant sur les avantages de cet accord.

Page 30, ligne 22 : vallée : dans ce cas, *lisez* vallée. Dans ce cas même.

Page 42, ligne 10 : degrés, *lisez* grades.

Page 92, fin de la ligne dernière : de, *lisez* des.

Page 101, lignes 3 et 5 : cinq parties, *lisez* six parties.

Ibid. ligne 6 : sur deux, *lisez* sur deux et demie.

Page 103, ligne 24 : deux pleins; le 4, le 5, *lisez* trois pleins; le 5.

Ibid. ligne 25 : trois pleins, *lisez* quatre pleins.

Ibid. ligne 26 : donnera deux corps au 7 et au 9, *lisez* donnera un corps et deux pleins au 4, et deux corps au 7 et au 9.

Page 111, ligne 4 : mises au net, *lisez* mis-au-net.

Page 113, ligne 18, *effacez ce qui se trouve dans les colonnes 10, 11, 12, 13, 14 et 15, en regard du mot* Ardoisières, *et restituez-le dans lesdites colonnes en regard du mot* Archipels, *ligne 17, à la place des guillemets qui s'y trouvent.*

Page 115, ligne 28, colonne 14, *au lieu du guillemet qui s'y trouve, lisez* A. d.

Page 147, ligne dernière: On aura, *lisez* Ainsi l'on aura.

Page 151, ligne 14 : $22.^{m}68$, *lisez* — $22.^{m}68$.

IMPRIMÉ

Par les soins de J. J. MARCEL, Directeur de l'Imprimerie de la République.



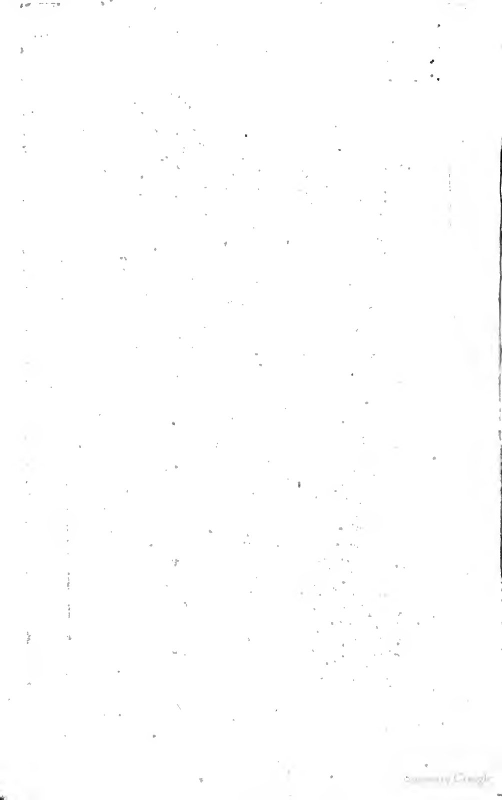
	Signes réduits pour la Géographie.		
...ég ouvert	●	▪	Ferme
...egade	●		Lieux de Poste
...teau ouvert			Auberge
...age			Cabaret
...meau	•		Maison isolée
...n			Verrerie
...ILLE	Ruinés		Moulin à vent, en pierre
...org			Moulin à vent, en bois
...urgade			Télégraphe
...iteau			Haute-Justice
...llage			Moyenne-Justice
...meau			Basse-Justice
...r		▲	Point Trigonométrique .

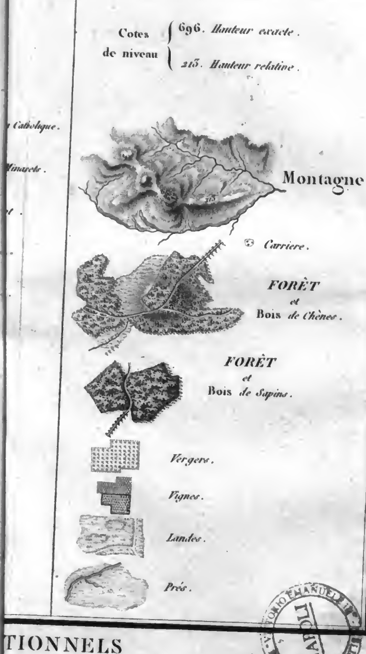
L. Aubert sc.

...VENTIONNELS

...horographie.

...res pour 1000 Mètres, ou $\frac{1}{500000}$.

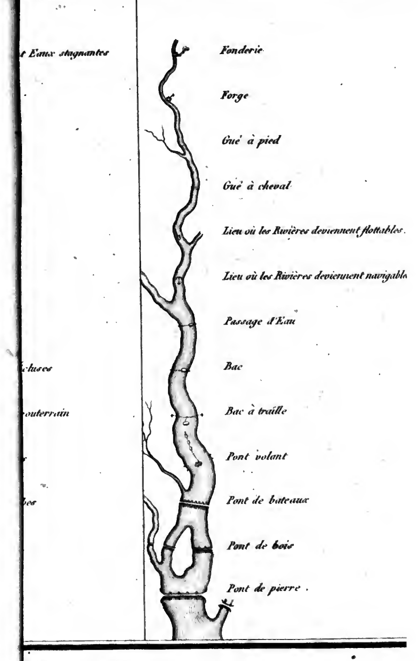




TIONNELS

aphie..

o Mètres ou $\frac{1}{50000}$.



ENTIONNELS
et l'Hydrographie.
r 1000 Mètres, ou $\frac{1}{500000}$.

[C]horographie. Signes pour l'Hydrographie.

A... *Marais Salans* ....

B... *Rochers sur les bords de la Mer* ....

C... *Dunes* ....

D... *Laisse de haute Mer* ....

E... *Laisse de basse Mer* ....

F... *Pêcheries* ....

G... *Madrague* ....

H... *Banc de Sable toujours découvert* ....

I... *Banc de Sable qui couvre et découvre* ....

J... *Banc de Sable qui ne découvre jamais* ....

K... *Roches toujours découvertes* ....

L... *Roches qui couvrent et découvrent* ....

M... *Roches qui ne découvrent jamais* ....

N... *Récifs et Brisans* ....

O... *Fanal* ....

P... *Tour-Signal* ....

Q... *Balises* ....

R... *Bouée ou Tonne* ....

S... *Amets ou Amers* ....

T... *Port* ....

U... *Mouillage des Vaisseaux de Ligne* ....

V... *Mouillage des petits Bâtimens* ....

X... *Corps-mort* ....

Y... *Sondes* .... 20 18 15 / 24 17 18 / 25 15 9

Z... *Direction des Courans* ....

[CONV]ENTIONNELS

[...] et l'Hydrographie.

[po]ur 1000 Mètres ou $\frac{1}{50000}$.



Pierres.

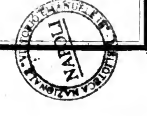
- Ac *Aiguisante*
- Ar *Arénacée*
- Ag *Argileuse*
- B *Brèche*
- Cc *Calcaire*
- Cc *à Chaux*
- G *Granitique*
- Ar *de Grès*
- MB *Marbre*
- Ml *Meulière*
- Gp *à Plâtre*



- Pd *Poudingue*
- St *Schisteuse*

Terres.

- Ar *Arénacée*
- Ag *Argileuse*
- Cc *Calcaire*
- Ag *à Foulon*
- Ag *Glaiseuse*
- Mn *Marneuse*
- O *Ocreuse*



ENTIONNELS

éralogie.

100 Mètres ou $\frac{1}{10000}$.

(P)	*Plomb*	(Ti)	*Titâne*
(F)	*Fer*	(Si)	*Schélen*
(Z)	*Zinc*	(T)	*Tellure*
(M)	*Manganèse*	(Cm)	*Chrôme*
(N)	*Nickel*		
(W)	*Bismuth*		Eaux.
(Sb)	*Antimoine*	T	*Thermales*
(K)	*Cobalt*	M	*Minérales*
(As)	*Arsenic*	A	*Aërées*
(Mi)	*Molybdène*	S	*Sulfureuses*
(U)	*Urâne*		

VENTIONNELS

Minéralogie.

re pour 100 Mètres ou $\frac{1}{10000}$.

Troupes Françaises.

Avant-poste de Cavalerie

Quartier Général

Administration militaire

Parc d'Artillerie

Parc de Sapeurs

Parc de Charrois

Parc des Vivres

Combat

Bataille gagnée

Bataille perdue

Infanterie....
Cavalerie..... } *Anciennes positions*
Artillerie....

ENTIONNELS

de terre.

ur 100 Mètres, ou $\frac{1}{50000}$.



...aphiques.

...Infanterie

...lerie

...ie

...r.

...et par file
...par Demi-

...d'attaque
...ns.

...et par file
...e en

Troupes Ennemies.

Infanterie de ligne

Infanterie légère

Cavalerie de ligne

Cavalerie légère

Artillerie

Quartier Général

Camp Ennemi

Réduit pour les Cartes géographiques.

Infanterie

Cavalerie

Artillerie

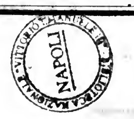
Ligne de marche

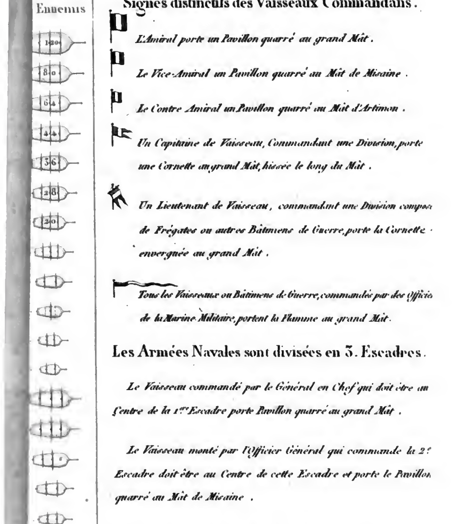
Ligne de retraite

...VENTIONNELS

...née de terre.

...pour 100 Mètres ou $\frac{1}{50000}$.





VENTIONNELS

mée de Mer.

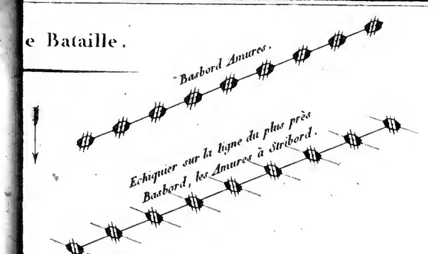
tres pour 100 Mètres ou $\frac{1}{5000}$.

sur 3 Colonnes.

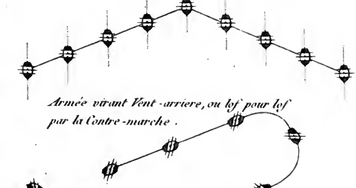
NTIONNELS
de Mer.

ur 100 Mètres ou $\frac{1}{10000}$.

e Bataille.



perpendiculaire du vent,
ir de Vent signalé.



Armée virant Vent-arriere, ou lof pour lof
par la Contre-marche.

VENTIONNELS
rée de Mer.
élour 100 Mètres ou $\frac{1}{10000}$.

s e Guerre.

Doubler l'Ennemi, par la tête, étant sous le Vent.

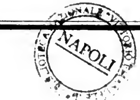
Doubler l'Ennemi, par la queue, étant sous le Vent.

Couper ou traverser l'Ennemi, étant sous le Vent.

NNTIONNELS

nde Mer.

ètre 100 Mètres ou $\frac{1}{10000}$.



e la République Française.

le Commerce.			*Préfecture Maritime.*
ouanes.			*Inscription Maritime.*
ostes.			*Direction du Génie Maritime.*
			Poudrerie et Raffinerie.
vision Militaire.			*Manufacture d'Armes à Feu.*
ur (Chef-lieu de Cohorte)			*Manufacture d'Armes blanches.*
ndarmerie.			*Arsenal de Terre.*
n. (Résidence)			*Arsenal Maritime.*
on.			*Inspecteur aux revues.*
			Payeur Militaire.
illerie.			*Haras ordinaire.*
énie.			*Haras d'Exception.*

NTIONNELS

ographie.

ur 1000 Mètres ou $\frac{1}{500000}$



Dessin de la Boussole.

le Cours des Fleuves.

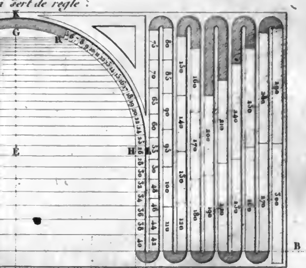




N MÉTROGRAPHE

ur les Plans et sur les Cartes
les Écritures adoptées au Dépôt G^{al}
Décimètre, Règle ni Compas.
Bartholomé Ing^r Géog^{ue}

i sert de règle :



rs métriques des Caractères exprimées en Décimillimètres.

L. Aubert sc.

NVENTIONNELS
horographie et la Géographie.

JKLMNOP

Z&, ÆBÆŒ

JKLMNOPQ

&, ÆBÆŒ.

stuvxyz&, æbæœwff.

tuvxyz&, æbæœwff.

tuvxyz&, æbæœwff.

Gravé par L. Aube

F DES ÉCRITURES

orographiques et Géographiques.

VII, VIII, IX, X,

L, L, LX, LXX,

C, C, D, M.

C, D, M.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10.

p q r s s t t u v w x x y z

t u v x y z &, æ œ ꝏ ff.

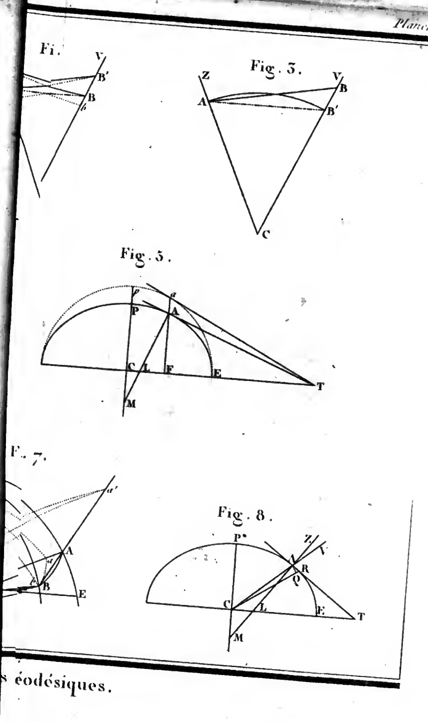
x y z &, æ œ ꝏ ff, 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10.

Gravé par L. Aut

TIF DES ÉCRITURES

, Chorographiques, Géographiques

nces Militaires .



s éodésiques.

